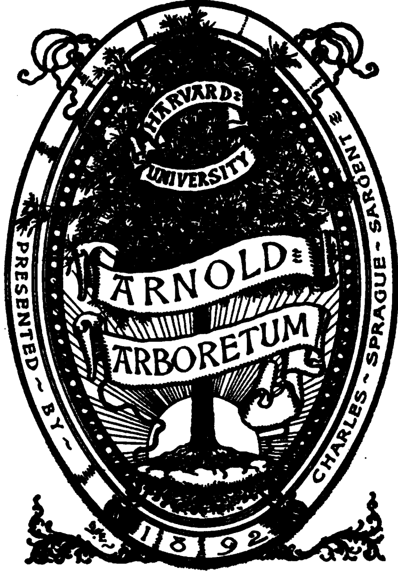
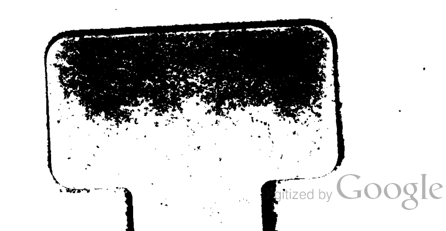

HARVARD
UNIVERSITY
ARNOLD
ARBORETUM
PRESENTED ~ BY ~
CHARLES - SPRAGUE - SARGENT
1892



NOUVELLES ÉTUDES

SUR

LES INONDATIONS

AU POINT DE VUE

DE L'INSALUBRITÉ DES RÉSERVOIRS;

DE L'INFLUENCE DES FORÊTS;

DU REBOISEMENT ENVISAGÉ COMME AGISSANT CONTRE LES INONDATIONS ET LES RAVINEMENTS.

PAR

M. F. VALLÈS,

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Extrait des *Annales des ponts et chaussées*, tome XIX, 1er cahier 1860.

PARIS.

DALMONT ET DUNOD, ÉDITEURS,

Précédemment Carilian-Gœury et Victor Dalmont,

LIBRAIRES DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, n° 49.

1860

July 1909
20474

NOUVELLES ÉTUDES

SUR

LES INONDATIONS

Observations préliminaires. — Depuis que nos études sur les inondations ont été publiées, nous avons eu à recueillir l'éloge et le blâme. Le lecteur comprendra facilement que nous nous taisions sur le premier; mais la science ne trouverait pas son profit à ce que nous gardassions le silence sur le second.

A en juger par le peu d'observations, soit hostiles, soit favorables, qui ont été faites sur les questions techniques que nous avons soulevées, et nous ajouterons volontiers sur les questions financières, il faudrait croire que le moment n'est pas encore venu où l'on est disposé à considérer les idées émises comme suffisamment élaborées pour devenir la base de projets à réaliser actuellement. On ne dit trop ni oui ni non; on ne nous accuse pas d'avoir tort, mais on ne proclame pas non plus que nous avons raison; chacun semble éprouver le besoin d'attendre. La perspective immédiate d'une dépense qui ne manque pas d'importance peut bien être aussi pour quelque chose dans cet état assez général d'hésitation, on veut rester prudent. Or, à la condition que cette prudence ne deviendra pas de l'immobilisme, personne, je crois, ne saurait s'en plaindre. Au moment où nous écrivons, un service spécial d'études est organisé dans toute la France : d'habiles ingénieurs sont à l'œuvre; une

grande lumière sortira de ce vaste concours d'intelligences d'élite, et nous ne pousserons pas assez loin la prévention en faveur de nos idées et l'impatience du triomphe pour ne pas savoir attendre le résultat d'une enquête qui peut devenir décisive, et à la suite de laquelle chacune des mesures proposées pour combattre le fléau, soumise au creuset de la discussion, sera jugée suivant ses mérites scientifiques aussi bien que suivant son utilité d'application.

Nous ferons donc comme le public, et nous ajournerons sur ce point toute discussion jusqu'à un avenir qui paraît d'ailleurs assez rapproché.

Mais il est quelques points du problème pour lesquels on n'a pas usé de la même réserve ; ici les critiques ont été vives et nombreuses, et nous sommes personnellement trop engagé dans le débat pour garder le silence lorsqu'il se fait un grand bruit autour de nous, et déserter le champ de bataille lorsque le combat est engagé.

Les questions dont nous entendons parler ici sont celles qui se rattachent : 1° à l'état d'insalubrité qui serait la conséquence des nombreux réservoirs que nous proposons de créer ; 2° à l'influence des forêts sur la chute de la pluie et sur les écoulements qui lui sont consécutifs ; 3° aux effets du déboisement et du reboisement au double point de vue des inondations et du ravinement des terres.

Nous allons successivement discuter ces différents points.

CHAPITRE PREMIER.

ÉTAT D'INSALUBRITÉ DES RÉSERVOIRS.

Doutes et objections sur la salubrité des réservoirs. — Il y a des amas d'eau insalubres, c'est là une vérité incontestable et connue de tout le monde ; mais il y en a beaucoup qui ne le sont pas, et il s'en faut que ce second fait soit aussi bien apprécié par le public que le premier. Nous croyons même être en droit d'assurer, si nous en jugeons par le

nombre de critiques qui nous ont été adressées à cet égard, que les amas d'eau inoffensifs sont considérés comme une rare exception, et qu'en règle générale on admet que tout ce qu'on rencontre à l'état de marais et d'étangs est essentiellement insalubre. C'est encore là un préjugé qu'il importe d'autant plus de faire disparaître qu'il pourrait devenir un obstacle à la création d'ouvrages éminemment utiles; car les alternatives d'inondations et de sécheresses, par lesquelles nous venons de passer dans ces deux dernières années, doivent nous avertir combien il nous reste à faire dans notre pays, en ce qui concerne l'aménagement général des eaux, combien il importe à tous les points de vue, aussi bien pour éviter les excès que pour nous prémunir contre les effets de la pénurie, de régulariser enfin sur une vaste échelle le régime hydraulique de la France.

Sous l'influence de ce préjugé, les hommes même les plus recommandables nous ont adressé des observations qu'il nous paraît utile de mettre à jour, car il y a tout à gagner à se poser sur le terrain de la publicité; une question est bien près d'être résolue lorsque la controverse la fait entrer dans le champ des discussions sérieuses.

Mais il y a cette différence essentielle entre la manière de procéder du public et celle des hommes de science dont nous venons de parler, que le premier se borne à émettre des opinions telles qu'il les a reçues, sans examen, sans contrôle, et qu'il semble y tenir d'autant plus qu'il a moins fait pour en constater l'exactitude, tandis que les seconds, évitant avec soin tout ce qu'il peut y avoir de trop exclusif dans une affirmation, posent les questions plutôt qu'ils ne les tranchent, et ne manquent jamais de s'exprimer avec toutes les réserves que la prudence du doute commande.

Dès le mois d'octobre 1857, très-peu de temps après la publication de nos études sur les inondations, un des membres les plus recommandables du corps des ponts et chaussées, M. l'inspecteur général Vicat, nous fit l'honneur de

nous adresser quelques observations sur le sujet que nous discutons en ce moment; nous nous empressâmes de lui faire parvenir les explications que nous allons reproduire tout à l'heure, et, si nous en jugeons par la réponse qu'il voulut bien nous adresser après les avoir lues, nous avons tout lieu de croire que ses premiers doutes sont aujourd'hui en très-grande partie dissipés.

Toutefois, il nous répugnait d'introduire publiquement dans ce débat une opinion personnelle qui ne s'était manifestée à nous que par des voies officieuses; mais, d'un autre côté, il nous paraissait utile de faire connaître au lecteur tout ce qu'il y avait de réserve et de prudence dans l'expression de cette opinion. Plus le sujet est important, plus la personne qui nous adressait des observations a d'autorité, plus aussi, selon nous, il était nécessaire de constater la bienveillance de la critique, afin qu'il ne restât pas plus de doute sur la nature des objections que sur celle des effets produits par nos réponses.

Dans ce but, lorsque nous nous sommes déterminé à adresser aux *Annales* le présent mémoire, nous avons écrit à M. Vicat pour lui exposer nos hésitations et le prier de nous donner les moyens de les faire disparaître, en nous autorisant à rendre publique la partie de ses lettres qui se rapporte à la question d'insalubrité des réservoirs.

M. Vicat, avec sa bienveillance habituelle, s'est empressé de nous répondre, et il l'a fait en nous donnant à cet égard toute la latitude que nous pouvions désirer.

Voici sa lettre :

Grenoble, le 18 novembre 1858.

Monsieur et cher camarade, je m'empresse de déclarer que les observations que j'ai pu vous faire sur l'insalubrité locale qui résulterait de la création de réservoirs étendus dans certaines plaines, n'étaient chez moi que l'expression d'un doute, et il ne pouvait en être autrement, étant tout à fait incompétent sur cette question et manquant de données, c'est-à-dire d'exemples analogues pour rien affirmer.

C'est donc avec justice que je me prête à cette déclaration, et je vous félicite du parti que vous prenez de ne point laisser de bonnes recherches inédites.

Agréez, monsieur, etc...

Cette déclaration nous laisse donc toute liberté d'action ; nous pouvons en conséquence faire connaître au lecteur l'objection telle qu'elle s'est produite, notre réponse telle que nous l'avons formulée, enfin les effets produits par nos explications tels que M. Vicat lui-même les a compris.

Voici d'abord la lettre dans laquelle cet éminent ingénieur nous a soumis ses scrupules :

Grenoble, le 10 octobre 1857.

Monsieur et cher camarade, j'ai vainement cherché dans votre important travail sur les inondations, des considérations sur les perturbations que pourraient apporter à l'état sanitaire des vallées où elles seraient pratiquées les retenues d'eau sur lesquelles vous fondez principalement le succès de votre système; ces réservoirs ou lacs ou étangs passeraient évidemment par toutes les phases du plein au vide, soit par l'utilisation des eaux, soit par l'évaporation, et seraient donc de vrais marais à exhalations pestilentielles, marais dont les analogues ont rendu inhabitables certaines contrées et qu'il a fallu assécher pour y ramener la salubrité.

J'ai cru devoir vous soumettre ces réflexions, afin de vous mettre en garde contre les objections qu'on ne manquerait pas d'élever.

Cette lettre n'étant à autre fin, je vous prie de ne l'attribuer qu'au désir de vous voir sortir victorieux sur tous les points de la grande question que vous avez traitée si heureusement d'ailleurs.

Agréez, etc...

A cette lettre nous avons répondu par la suivante, qui explique et résume les points les plus importants du débat.

Explications à ce sujet.

Laon, le 13 octobre 1857.

Monsieur l'inspecteur, permettez-moi d'abord de vous remercier de votre bienveillante lettre. Les observations qu'elle contient sont inspirées par le désir bien senti de voir cette question des inondations aboutir enfin à quelque chose. Ce but est aussi le mien et il domine toutes mes autres préoccupations; la personne est donc très-résolue à s'effacer devant l'importance du sujet, et, dans cette

disposition d'esprit, toute critique raisonnable faite à mon travail ne m'inspirera d'autre sentiment que celui de la reconnaissance.

Vous comprendrez sans peine, monsieur l'inspecteur général, que dans une question au sujet de laquelle presque tout est à faire, dont une solution tant soit peu générale n'a pas encore été indiquée, dans une matière aussi vaste, à laquelle se rattachent les considérations relatives à la perméabilité du sol, à son état agricole, à l'intensité des phénomènes météorologiques et à l'ordre de leur succession, aux lois si incomplètes encore qui régissent les écoulements superficiels des liquides, vous comprendrez sans peine, dis-je, que je n'ai pu me faire illusion au point de croire que d'un premier jet j'ai indiqué et résolu toutes choses avec la dernière précision. Une pareille prétention ne serait pas soutenable ; aussi je n'hésite pas à reconnaître qu'il doit y avoir dans mon travail des aperçus moins précis les uns que les autres. Mais parce que le dernier mot d'une théorie n'est pas connu, ce n'est pas une raison de s'abstenir d'en parler, et de conserver comme un égoïste ce qu'on en croit savoir. A défaut d'autre mérite, mon travail me paraît réunir un double avantage : d'une part, celui d'avoir passé en revue toutes les idées qui ont été émises en matière d'inondation, d'avoir cherché à en apprécier la valeur, d'avoir dit ce qu'elles me paraissent contenir d'utile ou de dangereux, de réalisable ou d'impossible, d'autre part celui d'avoir exposé un système qui me paraît rationnel et que j'ai cherché à rendre aussi complet que possible, d'avoir indiqué un programme général autour duquel pourront venir se grouper toutes les questions de détail, toutes les études circonstantielles et locales, toutes les objections nées ou à naître, qui restent aujourd'hui sans lien et n'ont par conséquent, on peut le dire, qu'une insignifiante valeur.

L'avenir certainement fera mieux que moi, mais peut-être n'aurait-il pas fait aussi vite sans l'initiative que j'ai cru devoir prendre. Voilà ma part, elle suffit à mon ambition, et à tout prendre ce n'est que pour un très-petit nombre d'esprits exceptionnellement doués qu'elle pourrait être plus complète. Or je n'ai pas le droit et je n'ai jamais eu la pensée de réclamer pour mon compte les priviléges de l'exception.

Maintenant que vous pouvez apprécier quelles sont mes tendances en matière de productions scientifiques, je passe à l'examen des observations que vous m'avez fait l'honneur de m'adresser.

Beaucoup de marais échappent au reproche d'insalubrité. — De 1834 à 1840, j'ai été autorisé par l'administration dirigée alors par M. Legrand, à entrer au service de la compagnie générale de

desséchements; je suis resté avec elle pendant sept ans et j'ai été ainsi appelé à visiter, sinon la totalité, du moins une grande partie des contrées marécageuses de la France. Il résulte pour moi de cette longue expérience, qu'au point de vue de la salubrité, les marais ont été un peu calomniés et que, comme c'est un peu l'habitude dans notre pays, on a trop facilement conclu du particulier au général.

Il n'est pas sans exemple, sans doute, mais j'ai pu me convaincre qu'il est assez rare que, dans notre pays, les marais situés dans des lieux dont l'altitude au-dessus de la mer a quelque importance et qui ne sont pas par conséquent exposés à des chaleurs intenses et continues, soient très-malsains. Je peux citer les marais de Pars, de Crancey, de la Somme-Soude, de la Voire, de la Vanne, de Courson, du Laonnois, de la Somme, dans les départements de l'Aube, de la Marne, de la Haute-Marne, de l'Yonne, de l'Aisne, de la Somme. Il n'en est pas de même dans les pays chauds et situés sur le bord de la mer. Ainsi, en Italie, les maremmes de Toscane sont ce qu'il y a de plus pestilentiel, puis viennent les marais Pontins; ainsi, en France, les marais les plus insalubres sont ceux du Delta du Rhône, d'Aigues-Mortes, de Lunel, de Salces près Perpignan, puis viennent ceux qui occupent les bords de l'Océan dans le Bordelais et dans la Saintonge. Cela ne se conçoit que trop dans des pays où la température élevée active la décomposition des végétaux et facilite toutes les émanations dangereuses.

En outre, et c'est là une des conditions les plus essentielles d'insalubrité, tous ces terrains sont excessivement plats. Il en résulte que non-seulement il faut relativement peu d'eau pour recouvrir des espaces très-considérables, mais qu'encore le sol se trouve parfaitement disposé pour la plus grande dispersion possible de cette eau, que par conséquent les alternatives de submersion et de dessiccation plus ou moins avancée peuvent se reproduire dans l'été plus fréquemment que partout ailleurs; de sorte que la cause agissante est triplement funeste par la répétition de ses effets, par l'excès de la chaleur, par l'étendue des surfaces envahies. Peut-être aussi devrions-nous faire entrer en ligne de compte la nature de la végétation qui est généralement plus toxique dans les climats chauds que dans les climats froids.

Dans nos marais de l'intérieur, nous avons au contraire beaucoup moins de surfaces mouillées, les pentes longitudinales et transversales sont plus accentuées, il y a une bien moins grande uniformité dans l'épaisseur de la lame liquide submergeante; les zones concentriques sur lesquelles s'effectue la décomposition des végétaux

ont donc moins d'étendue, elles ne sont pas atteintes avec autant de fréquence, enfin la température de l'été est sensiblement plus basse, et surtout les chaleurs se prolongent beaucoup moins.

Je peux citer dans le pays que j'habite deux grands exemples de l'innocuité de certains marais d'ailleurs très-étendus. La ville de Laon a au nord et au sud deux vastes zones marécageuses; l'une le long de la rivière de Souche, l'autre le long de celles d'Ardon et d'Ailette. La longueur de la première est de 20 kilomètres et sa largeur moyenne peut être évaluée à 1200 mètres, ce qui correspond à une étendue de 2400 hectares. La longueur de la seconde dépasse 50 kilomètres et sa largeur moyenne est d'environ 400 mètres. Sa contenance n'est pas moindre de 2000 hectares. Or, non-seulement l'espace compris entre ces deux régions marécageuses n'est soumis à aucune influence malsaine, mais les localités en très-grand nombre, surtout dans la seconde, situées soit sur les bords des terres mouillées, soit même dans leur intérieur, ne sont soumises à aucune des maladies caractéristiques des marais du littoral; les fièvres intermittentes entre autres y sont complétement inconnues.

Après les inondations de la Loire en 1856, lorsque les débris des récoltes parsemés sur un sol mouillé firent comprendre toute l'étendue des pertes causées par le débordement, on s'attendait à d'autres malheurs; la santé publique devait être gravement compromise, et de sinistres prédictions vinrent jeter l'épouvante dans les esprits. Heureusement, ces fâcheux pressentiments ne sont pas devenus des réalités Peut-être a-t-on eu à regretter quelques accidents locaux, mais les épidémies générales qu'on avait tant redoutées ne se produisirent pas.

Il est donc très-certain pour moi que l'insalubrité des marais en général a été exagérée. Elle est incontestable et très-pernicieuse dans certaines localités soumises aux conditions de température élevée et persistante et de très-grande horizontalité que je viens d'indiquer, mais il s'en faut qu'il en soit partout de même; et comme les retenues d'eau qu'il faudra faire, pour porter remède aux inondations, seront généralement établies dans le haut pays, qu'on choisira de préférence les terrains les moins propres à la culture, et par conséquent ceux près desquels la population est fort disséminée, comme enfin le plus grand nombre de ces retenues sera établi dans les formations géologiques dites primitives qui sont reconnues pour être au nombre des moins insalubres (*), tout porte

---

(*) Les étangs du Morvan contiennent peu de vase; ils reposent

à croire que les inconvénients qu'on pourrait avoir à craindre resteront compris dans des limites assez resserrées.

Or, si beaucoup de marais échappent au reproche d'insalubrité, à plus forte raison en est-il ainsi des étangs, des bassins, des vastes réservoirs. Tandis que dans les marais de l'Italie et du littoral méditerranéen et océanique de la France, une légère couche d'eau de 5, 6 ou 10 centimètres produit les effets les plus désastreux, parce que l'influence très-puissante du soleil pénètre facilement cette couche, et opère, même avant la mise à sec, la décomposition des végétaux, tandis que cette action s'exerce à la fois à cause de l'horizontalité du sol, sur la totalité de l'étendue submergée, pour les grands approvisionnements d'eau, au contraire, c'est tout au plus sur le périmètre mouillé que le mal peut se produire, et encore l'inclinaison des talus naturels en amortit singulièrement les effets. Ces effets sont donc dans le même intervalle de temps, vingt-quatre heures par exemple, pour le premier cas comparativement au second, dans le rapport de la surface totale circonscrite à une zone de 30, 40 ou 50 centimètres au plus qui peut découvrir en un jour, formant la bande circonscrivante. Vous pouvez juger d'après cela dans quelle grande proportion l'intensité du mal doit être diminuée.

Innocuité des réservoirs d'alimentation des canaux. — Je ne sache pas qu'au point de vue de l'insalubrité il ait été élevé de plaintes sérieuses contre les bassins d'alimentation de nos canaux; je ne les connais pas tous, mais à coup sûr, ni celui du canal de Bourgogne, ni surtout celui du canal du Midi, ne sauraient être réputés comme malsains, et ce qui prouve qu'à cet égard les inconvénients, s'ils existent, n'ont qu'une très-faible importance, c'est que depuis la création des réservoirs dont nous venons de parler, on n'a cessé d'en établir d'autres; bornons-nous à citer ici celui des Settons destiné à l'alimentation de l'Yonne, qui peut contenir un volume de 22 millions de mètres cubes et qui occupe la vaste étendue de 400 hectares. Le réservoir de Boué (canal de la Sambre à l'Oise), situé dans le département de l'Aisne, a bien été accusé de quelques méfaits, mais c'était en temps de choléra; or, si à cette époque les terreurs populaires sont allées jusqu'à dire qu'à Paris le vin était empoisonné, doit-on s'étonner que les populations des campagnes, poussées d'ailleurs en cela par des préjugés antérieurs,

---

presque tous sur un fond d'arène granitique; aussi ils ne paraissent pas exercer une action fâcheuse sur la population qui est généralement très-saine (Études hydrologiques de M. Belgrand, *Annales des ponts et chaussées*, année 1846, 2e semestre, page 189).

aient attribué à l'influence des eaux la principale partie des effets produits par cette invasion épidémique, si fatalement meurtrière par elle-même; depuis que le fléau a disparu, aucun autre reproche n'a été adressé à cette retenue.

Conséquences pour les retenues d'eau contre les inondations. — Or les réservoirs proposés contre les inondations ne seront pas autre chose que des ouvrages du genre de ceux dont nous venons de parler, il seront même souvent placés à des altitudes bien supérieures. Je pense donc qu'il n'y a pas à se préoccuper outre mesure de leurs influences pernicieuses. J'ai eu souvent occasion de m'assurer que toutes les fois que des circonstances particulières, et j'en ai beaucoup provoqué pour ma part, ont porté l'administration à s'occuper (en dehors bien entendu des marais à fond très-plat et dans les pays chauds) de la question d'insalubrité des marais et à plus forte raison des étangs, non-seulement cette question a presque toujours été considérée comme douteuse, mais qu'elle a même été mainte fois résolue négativement, c'est même là un des plus fréquents écueils qui, pendant le temps que j'ai été attaché au service de la compagnie générale de desséchements, se sont opposés à la réalisation de plusieurs entreprises projetées (*).

Tels sont, monsieur l'Inspecteur général, les faits et les observations que j'ai à vous soumettre sur ce sujet. Il en résulte, ce me semble, que la question de l'insalubrité des réservoirs ne saurait tout au moins être résolue *à priori* dans un sens défavorable, qu'il y a de puissants motifs de se tenir sur la réserve, que, dans tous les cas, ce ne serait qu'après enquête sérieuse, qu'il y aurait lieu de se prononcer, et qu'en ce qui me concerne, une expérience de sept

(*) Depuis que cette lettre a été écrite, j'ai eu occasion de compulser, pour les besoins de mon service, un ancien dossier de desséchement étudié par mes prédécesseurs, relatif à une partie de la vallée de la Somme. Or, dans cette affaire, la question d'insalubrité n'avait pas même été soupçonnée; les considérations relatives à l'amélioration agricole avaient été seules prises en considération. Ce n'est que dix ans après que les premières formalités réglementaires avaient été commencées, lorsque tout était préparé pour l'ordonnance de concession, que le Conseil d'État s'aperçut et fit l'observation que la question d'insalubrité n'avait pas été traitée. Il ne ressortit d'ailleurs de l'instruction qui eut lieu à ce sujet aucun fait pertinent qui constatât qu'on fût plus gravement et plus souvent malade dans cette localité que dans le reste de l'arrondissement, et cette question étant ainsi écartée, il n'est resté au débat que celle des avantages agricoles.

années exclusivement consacrées à cette nature d'investigations m'a prouvé que, même pour beaucoup de marais, le mal est loin d'atteindre les limites qu'on lui attribue dans l'opinion publique.

Au surplus, dans les grandes entreprises, il est à peu près impossible d'éviter quelques inconvénients. Si en France on avait cru devoir s'arrêter à cet ordre de considérations, on n'aurait pas fait de canaux, et, dans l'espèce actuelle, où tout se réunit pour mettre en grande évidence un des plus puissants intérêts sociaux, serait-il démontré qu'un peu de mal est inévitable, qu'il y aurait encore à examiner s'il n'est pas incomparablement moindre que celui qu'on cherche à faire disparaître.

Je ne terminerai pas cette lettre, monsieur l'Inspecteur général, sans vous remercier de nouveau de vos observations ; je les accepte comme une preuve de l'intérêt que vous portez et à l'ingénieur et au sujet qu'il a traité, et j'attends de votre obligeance que vous voudrez bien me faire part de toutes celles que la lecture de l'ouvrage pourra vous inspirer.

Veuillez agréer, etc...

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, si ces explications n'ont pas eu la puissance de dissiper tous les doutes qu'avait pu concevoir notre honorable contradicteur, nous avons du moins l'espoir qu'elles en ont fait disparaître la plus grande partie ; telle est, ce nous semble, la conclusion qu'il est permis de déduire de la réponse suivante qu'a bien voulu nous adresser M. Vicat :

Grenoble, le 16 octobre 1857.

Monsieur et cher camarade, je suis très-sensible à la peine que vous avez bien voulu prendre de me donner des explications rassurantes sur la question qui me préoccupait. Il eût été très-fâcheux en effet que des craintes d'insalubrité eussent rendu impossibles les moyens si désirables de modérer les inondations que vous avez étudiés et proposés. Je vois par vos explications que rien n'a échappé à vos prévisions et à vos calculs.

Recevez donc mes sincères félicitations, et croyez que comme ayant appartenu au corps des ponts et chaussées, je suis fier des succès qu'obtiennent mes camarades.

Agréez, etc...

Qu'il nous soit permis d'ajouter quelques mots à la discussion qu'on vient de lire.

Dans plusieurs cas d'insalubrité, la main de l'homme est plus coupable que la nature. — Si depuis longtemps le public, prenant sans doute pour type de tous les marais quelques-uns de ceux qu'on doit, en effet, considérer comme de véritables foyers d'infection; si, disons-nous, le public a manifesté des craintes très-exagérées et beaucoup trop générales sur l'insalubrité des lieux humides, depuis longtemps aussi des ingénieurs, des agronomes, des savants, au nombre desquels nous pouvons citer Berthollet, des commissions de sociétés savantes ont protesté contre ces exagérations et essayé de rectifier les idées à cet égard. « La société » d'agriculture de Loir-et-Cher, lisons-nous dans les *Annales* » *des ponts et chaussées* (*), consultée sur une pétition adres» sée en 1837 à la chambre des députés pour la suppression » des étangs de la Sologne, observait très-bien, le 25 juil» let 1843, que l'insalubrité de ce malheureux pays tenait » à d'autres causes, telles que la stagnation de petites fla» ques d'eau partout; elle ajoutait que plusieurs étangs » sont fort utiles pour retenir les eaux pluviales qui iraient, » sans eux, inonder les plaines; que *le plus grand nombre* » *d'entre eux*, dont le sol est maigre, sont à peu près inno» cents, en sorte qu'il convient de n'ordonner la suppression » que des étangs vaseux *peu profonds*, dans lesquels les dé» tritus végétaux s'amoncellent, et dont le desséchement » serait d'ailleurs très-profitable à cause de la richesse de » leur sol. »

Loin de nous la pensée de nier le mal là où il existe et de vouloir sacrifier la vérité en faveur d'idées préconçues, ce serait précisément tomber dans la faute que nous reprochons à nos adversaires, nous sommes donc tout disposé à reconnaître qu'indépendamment des amas d'eau à fond très-plat généralement situés sur le littoral, comme ceux que nous avons cités pour l'Italie et pour la France, il en est

(*) Année 1849. 1er semestre, page 311.

quelques-uns placés dans de tout autres conditions qui, sans atteindre le même degré d'insalubrité, sont considérés avec juste raison comme très-malsains; par exemple l'étang de Lindre, près de Dieuze, dans la Meurthe, et ceux de la Dombes, dans le département de l'Ain. Mais si le mal doit être attribué en partie à des circonstances locales, peut-être aussi la main des hommes est-elle dans ce cas plus coupable encore que la nature.

Et d'abord ces étangs sont situés dans des terrains éminemment argileux; leur fond, au lieu d'être arénacé, contient une grande quantité de vase: ces conditions, nous l'avons déjà dit, sont très-fâcheuses au point de vue de la salubrité, et il faut leur attribuer une partie des inconvénients signalés.

Mais le plus grand mal, selon nous, et en ceci nous pouvons appuyer notre opinion sur celle de savants distingués qui ont visité et étudié ces localités, le plus grand mal, disons-nous, provient du système d'exploitation employé pour ces étangs. Ce système est alterne, c'est-à-dire que tantôt la superficie de l'étang est employée à l'état mouillé pour la pêche du poisson, et tantôt lorsque l'étang est à sec on y cultive des céréales et du chanvre; de là, suivant M. Becquerel, deux sortes de maladies: lorsque l'étang est en eau, il engendre les fièvres endémiques paludéennes, lorsqu'on le met à sec tous les deux ans, il produit des fièvres charbonneuses.

Il est incontestable que cette longue période de sécheresse est éminemment propice à une décomposition générale, complète et très-putride des matières végétales et animales; dès lors l'envahissement des fièvres charbonneuses n'a rien que de naturel, car on sait que c'est dans les années les plus sèches (on n'en a eu que trop d'exemples en 1858) que le charbon se développe avec une très-grande intensité. Puis, lorsque le liquide est rendu à l'étang, toutes les matières décomposées et encore très-offensives,

plus légères que l'eau, remontent à la surface et gagnent peu à peu les bords, s'y déposent et vont ajouter leurs pernicieux effets à ceux des décompositions nouvelles que les alternances de niveau et de température produisent tous les jours.

D'ailleurs, avec ces fâcheux résultats du système d'exploitation que nous venons de décrire, interviennent ceux d'un exploitation industrielle non moins pernicieuse pour la santé publique. Au milieu de l'étang de Lindre, dit encore M. Becquerel, est un ruisseau d'un pied ou d'un pied et demi de profondeur, et de 3 ou 4 kilomètres de long, où se trouvent des ablettes (*) en quantité telle qu'un fabricant de Lyon a acheté 15 000 francs le droit d'enlever les écailles de toutes celles que produit la pêche. Une fois l'opération faite, on rejette le poisson sur le bord du fossé, et la putréfaction occasionne une très-mauvaise odeur et une grande insalubrité. Ajoutons pour faire apprécier l'intensité du mal que la dernière pêche a fourni l'énorme quantité de 25 000 kilogrammes d'ablettes qui se sont putréfiées sur place.

N'avions-nous pas raison de dire que le plus coupable ici c'est moins encore la nature que la main de l'homme.

Opinions favorables à la salubrité des étangs. — Au reste, il est très-digne de remarque que toutes les fois que des discussions sérieuses se sont établies sur les questions que nous discutons en ce moment, les opinions hostiles aux étangs ont dû battre en retraite, même après avoir obtenu un premier succès. Les séances du congrès agricole central en offrent un exemple remarquable. Dans la session de 1844, les adversaires des étangs obtinrent un vote portant

(*) L'ablette est un poisson dont la chair est de trop mauvais goût pour être mangée, mais dont les écailles sont très-recherchées pour la fabrication des fausses perles. On a essayé plusieurs fois de la remplacer par d'autres poissons, mais ceux-ci donnent des produits défectueux marqués de taches noires.

qu'une loi fût rendue pour le rachat des servitudes, dans le but de faciliter le desséchement des étangs. A quatre ans de distance, la question mieux étudiée fut reprise, le congrès éclairé par des faits nombreux revint sur la condamnation générale qu'il avait prononcée; il se borna à proposer d'appliquer la loi non abrogée de 1792 aux seuls étangs insalubres ou nuisibles à l'agriculture, et demanda formellement, le 5 mars 1848, le maintien, la *multiplication même* de ceux qui servent aux irrigations.

Quelques-unes des précédentes citations sont extraites d'un article fort intéressant de M. l'ingénieur en chef de Saint-Venant, inséré dans les *Annales* (tome 17, 2e série). Dans ce mémoire, l'auteur ne se borne pas à exposer l'état de la question et à présenter un simple relevé des opinions contradictoires qui ont été émises sur l'insalubrité des étangs, il fait mieux encore et indique comment, soit à l'aide de la plantation de certaines essences, soit avec quelques terrassements d'une exécution facile, on peut faire disparaître toutes les causes d'insalubrité, lorsque d'ailleurs on ne réduit pas à une très-petite fraction la hauteur de la tranche d'eau qui forme la réserve permanente de l'étang. Nous n'en dirons pas davantage à cet égard, le lecteur étant en mesure de recourir au travail même de l'auteur. Mais en terminant, nous ne croyons pouvoir mieux faire que de reproduire textuellement les conclusions de ce mémoire, auxquelles les alternatives récentes d'inondations et de sécheresses que nous avons éprouvées de 1856 à 1858 impriment un très-remarquable cachet d'à-propos. Voici ces conclusions :

« Nous voyons que l'insalubrité n'est pas inhérente aux » étangs, elle tient à la forme ordinaire de leurs bords. Il » existe plusieurs moyens de les rendre tous innocents par » des travaux médiocrement coûteux dont la dépense est » compensée en totalité ou en partie par un gain de terrain; » et ces travaux, pour un grand nombre, ne sont même

» point nécessaires, *car beaucoup ne sont point insalubres.*
» On peut donc, sans crainte, conserver et multiplier les » étangs; et il importe que l'autorité se borne à un droit de » police, au lieu de se laisser entraîner, comme elle l'a » fait à diverses époques, par des demandes faites au nom » de la santé publique, soit à supprimer les étangs ou à les » grever d'impôts disproportionnés dans la vue de détermi- » ner leur suppression, soit à entourer leur établissement » de formalités gênantes qui empêchent d'en construire. Il » n'importe pas moins que les sociétés savantes cessent » d'encourager à les détruire. Ce serait, dans le plus grand » nombre de localités rendre l'irrigation impossible, perdre » les eaux et les limons, et se priver d'un moyen efficace » d'arrêter les dégradations et les inondations *et de régula- » riser le cours des eaux* (*). Ce serait par conséquent tarir » une des sources les plus précieuses de la fortune publi- » que, et aller à l'encontre du but social vers lequel il est de » toute nécessité de tendre désormais. »

Ces prévisions anticipées de M. Saint-Venant sont plus que jamais à l'ordre du jour. Lorsqu'en moins de deux ans, un pays comme la France est exposé à subir tous les désastres d'écoulements diluviens et toutes les souffrances d'une pénurie d'eau presque générale, qui donc pourrait rester indifférent et ne pas comprendre que le moment est venu où la création d'une grande œuvre d'utilité publique, l'aménagement général des eaux, doit faire l'objet de nos plus sérieuses préoccupations?

(*) Les études hydrologiques déjà citées, que M. Belgrand a publiées en 1846 dans les *Annales des ponts et chaussées*, contiennent aussi de précieuses indications sur la salubrité de certains étangs et sur la grande utilité de ceux du Morvan au point de vue de la régularisation de l'écoulement des eaux.

CHAPITRE II.

INFLUENCE DES FORÊTS SUR LA CHUTE DE LA PLUIE ET SUR LES ÉCOULEMENTS QUI LUI SONT CONSÉCUTIFS.

On reproche à notre opinion d'être plutôt fondée sur une sorte de caprice que sur une étude sérieuse des phénomènes. — Si nous consultons les nombreux témoignages qui nous sont parvenus, la partie de notre ouvrage qui traite cette question a exercé une influence presque décisive sur beaucoup d'esprits et a conquis à la nouvelle théorie, qu'ont professée d'ailleurs avant nous quelques ingénieurs, de nombreux partisans; mais, en même temps, c'est celle qui a soulevé les plus ardentes oppositions, il en est presque toujours ainsi : plus le succès paraît devoir s'étendre, plus la lutte grandit et s'anime; non-seulement on nous a reproché d'avoir très-faussement interprété certains phénomènes naturels, mais on est allé plus loin et on n'a voulu voir, dans ce que nous avons dit à ce sujet, qu'un entraînement vers ce courant qui pousse beaucoup d'hommes de notre temps à ébranler les vérités les mieux établies, les principes les plus incontestés; par esprit de contradiction, a t-on dit, pour étonner le public et attirer ensuite son attention on se laisse aller à prendre le contre-pied de l'opinion reçue.

Le lecteur comprendra sans peine que nous ayons hâte de nous disculper de cet étrange reproche; certes, nous aurions compris l'attaque si nous nous étions borné à placer une négation là où le public a mis une affirmation, mais en présence de l'examen sérieux auquel nous nous sommes livré, de semblables critiques sont pour le moins superflues. Nous acceptons volontiers la controverse; nous comprenons sans peine que chez nos adversaires elle amène l

conclusion que nous avons tort, mais qu'on nous accuse de parti pris alors que nous discutons, que nous entrons dans le cœur du débat, que nous opposons argument à argument, c'est aller à coup sûr à l'encontre de nos intentions et leur attribuer gratuitement un caractère de présomptueuse légèreté que nous tenons à répudier.

Dans ce but, qu'il nous soit permis d'introduire ici quelques indications à l'aide desquelles on pourra se convaincre que nous n'avons pas tant innové qu'on pourrait le croire ; que sur le terrain où nous nous sommes placé, nous ne sommes pas seul contre tous et que dans cette lutte d'oppositions, d'autres antagonistes, autrement remarquables que nous par le mérite et la science, avaient déjà combattu, soit par le doute, soit par la négation.

Appréciations de MM. de Humboldt, Arago et Gay-Lussac. — L'influence des forêts, même au point de vue climatologique, sur lequel il serait peut-être plus facile de se prononcer que sur celui de l'hydrologie, a laissé les meilleurs esprits en suspens,

Tandis que M. de Humboldt prétend que les forêts agissent toujours sur le climat d'une contrée, comme cause frigorifique, Arago ne croit pas qu'en cette matière il soit possible de poser des principes absolus ; il pense qu'il est des cas où la destruction d'une forêt pourrait diminuer le froid des hivers, qu'il en est d'autres où elle pourrait l'augmenter ; il est d'avis qu'on ne saurait se prononcer à ce sujet, sans avoir égard à la direction des vents dominants et à leur température relative. A la vérité il ne nie pas certaines actions, mais il ne saurait, comme M. de Humboldt, les formuler en règles générales.

Gay-Lussac est plus explicite : « A mon avis, dit-il, on » n'a acquis jusqu'à présent, aucune preuve positive que » les bois aient par eux-mêmes une influence réelle sur le » climat d'une grande contrée ou d'une localité particulière. » En examinant de près les effets du déboisement, on

» trouverait peut-être que, *loin d'être un mal, c'est un bien-*
» *fait*; mais ces questions sont tellement compliquées,
» quand on les examine sous le point de vue climatologi-
» que, que leur solution est très-difficile, pour ne pas dire
» impossible. »

Entre ces grandes illustrations, quelle est celle qui a raison? La réponse n'est pas facile; dans tous les cas, on peut conclure de là qu'on ne saurait être considéré comme un novateur téméraire, comme un esprit peu réfléchi, lorsqu'on peut abriter son opinion sous l'égide de l'un de ces trois maîtres en science.

Il est très-digne de remarque que plus on entre dans le détail des effets climatologiques qu'on voudrait présenter comme le résultat de déboisements, plus il faut reconnaître avec les hommes studieux qui se sont spécialement livrés à cette sorte de recherches, qu'on ne trouve que doutes et incertitudes dans cette question. Dans ses belles études sur le *Département du Var*, M. de Villeneuve-Flayosc n'hésite pas à nier que les anomalies de températures observées dans ce pays proviennent du déboisement.

« On a répété, dit-il, dans le département du Var,
» comme ailleurs, que le déboisement produisait les brus-
» ques variations de température, causes de gelées désas-
» treuses pour l'olivier. Mais, le département du Var, le
» plus riche en bois de toute la France, devrait être moins
» que tous les autres atteint par cette cause perturbatrice,
» et il en aurait dû être moins atteint actuellement que
» dans les temps anciens. Il est vrai que les landes actuelles
» ont été des forêts en des temps reculés: mais le déboise-
» ment est très-ancien, et il a été plus fort encore il y a
» quatre siècles que dans les temps plus anciens et dans
» la période moderne puisque toutes les forêts actuelles
» portent des traces d'anciennes cultures. Il y a donc des
» causes, autres que celles d'un déboisement moderne,
» aux anomalies de la température provençale » (Page 497).

Passons maintenant aux conditions hydrologiques.

A cet égard, j'ai mis en avant deux faits principaux qui dominent le débat, et que je reproduis ici :

1° Toutes autres choses égales d'ailleurs, la quantité annuelle de pluie est plus considérable sur un terrain dénudé que sur un terrain boisé.

2° Pour des pluies égales en intensité, les écoulements de surface consécutifs à la pluie ont plus d'importance sur le sol des forêts que sur le sol cultivé.

Le lecteur reconnaîtra sans peine, j'aime à le croire, que si j'avais été seulement poussé par le capricieux désir d'innover, si j'avais eu l'unique intention de soutenir systématiquement la négative pour me distinguer du public, qui est, lui, pour l'affirmative, j'aurais eu mieux à faire que de présenter la première proposition dans les termes que je lui ai appliqués. Dire qu'annuellement il pleut moins sur les terrains boisés que sur les terrains dénudés, n'est-ce pas, au point de vue des inondations, émettre une opinion plutôt favorable qu'hostile aux forêts? Et n'aurais-je pas mieux démontré, dès l'abord, la thèse que je veux soutenir, en affirmant la proposition inverse, en disant qu'au contraire il pleut plus sur les forêts que sur les champs? N'eût-il pas été plus commode, pour moi, de m'emparer de cette assertion, mise en avant par ceux qui se montrent favorables aux forêts, et de faire voir qu'envisagée en elle-même, elle vient plutôt à l'appui de mon système qu'à celui des idées de mes antagonistes? Cela est tellement vrai, qu'il s'est produit à cet égard, dans mon esprit, une singulière succession d'hésitations, que je demande la permission d'exposer en quelques mots.

Origine de mes doutes sur l'efficacité du reboisement. — Le point de départ de mes doutes sur l'efficacité du reboisement a été précisément la lecture du mémoire dans lequel M. l'ingénieur en chef Dausse cherche à établir cette

efficacité (*). S'il est vrai, me disais-je, comme le prétend l'auteur, que, dans une même contrée, il tombe annuellement plus d'eau sur les bois que partout ailleurs; si, par conséquent, le feuillage a la propriété d'attirer à lui la pluie, pourquoi n'en serait-il pas ainsi, non-seulement pour l'ensemble de l'année, mais encore pour ces circonstances exceptionnelles qui déterminent les inondations, et, dans ce cas, les forêts n'auraient-elles pas le privilége d'augmenter le mal plutôt que de le diminuer?

Plus tard, de nouvelles études et des faits nombreux m'ayant porté à mettre en doute la vérité du principe émis par M. Dausse, mes défiances contre l'utilité du reboisement ont reçu un échec,; j'ai été repris d'incertitude, et cette incertitude n'a fait qu'augmenter, lorsque décidément la conviction s'est faite dans mon esprit, qu'il n'était pas possible de ne pas reconnaître qu'à mesure que les bois disparaissent, la quantité annuelle de pluie augmente. Il s'est donc produit en moi ce fait assez curieux, que les raisons mêmes alléguées par les partisans des forêts me faisaient douter de l'efficacité du reboisement, et que celles qui, d'après mes études, devaient leur être substituées, semblaient donner gain de cause à cette efficacité. J'entre dans ces détails, parce que je tiens à convaincre le lecteur combien peu il y a eu et il pouvait y avoir chez moi d'opinion préconçue.

On me demandera maintenant pourquoi, au sujet de cette efficacité, j'ai décidément pris parti pour un sens plutôt que pour un autre, et surtout pour celui que mes propres études semblaient plus encore condamner qu'absoudre. Je vais en dire les motifs, et la comparaison suivante me paraît très-propre à faire comprendre mon explication : supposons un instant, qu'on verse de l'eau dans un tonneau

(*) Voir *Annales des ponts et chaussées*, année 1842, 1er semestre, page 184.

qui ne soit pas ouvert de part en part, comme celui des Danaïdes, mais qui présente des fuites assez nombreuses; la quantité de liquide, qui, dans un temps donné, sera retenue et conservée dans ce vase, dépendra-t-elle seulement du jet alimentaire? Non, sans doute, elle dépendra aussi des pertes plus ou moins considérables de l'enveloppe. De sorte qu'avec un volume d'alimentation plus abondant, on pourra avoir une conservation d'eau moins grande, si les fentes sont plus multipliées et plus ouvertes. Or, dans la nature, le volume d'alimentation, c'est la pluie; le tonneau plus ou moins étanche, c'est le sol avec ses divers degrés de perméabilité et d'évaporation; l'eau retenue dans le vase, c'est la quantité de pluie qui, après l'absorption par les terres ou la dispersion dans l'air, reste à la surface et s'écoule par les émissaires naturels, celle qui, à certaines époques, va former les inondations. Sans doute, si la pluie est plus abondante, et si la perméabilité et l'évaporation restent les mêmes, l'écoulement de surface sera augmenté; mais si la faculté absorbante des terres varie d'un sol à un autre, s'il en est de même de celle du retour des eaux dans l'atmosphère, si ces facultés s'amplifient dans une proportion plus forte que celle de l'eau qui tombe, il est permis de concevoir que, même avec une alimentation première plus abondante on pourra en réalité obtenir un débit moindre. C'est dans cet ordre de considérations que réside la solution définitive de la question. Or cet antagonisme des deux effets contraires que nous venons de signaler est bien de nature, ce nous semble, à montrer combien il serait dangereux en cette matière d'essayer de prononcer sur de simples aperçus et en dehors de l'observation des grands faits naturels. Deux forces opposées sont en présence, peu connues encore en elles-mêmes, difficiles à apprécier dans leurs causes premières et dans leurs intensités respectives; or, vouloir se porter spontanément juge de leur mesure et prévoir leur résultante, voilà où serait la témérité! Mais,

essayer de connaître leur marche par l'appréciation des faits naturels qui s'y rattachent, et de se rendre compte des résultats de leur action simultanée par quelques-unes de leurs conséquences les plus caractéristiques, il n'y a en ceci rien que de conforme aux traditions des plus saines études, et notre ambition a cru pouvoir aller jusque-là.

Nous croyons en avoir assez dit sur ces premières insinuations de la critique qui tendraient à nous faire passer pour un novateur peu réfléchi et à faire prendre le change au public sur la nature très-sérieuse de nos investigations. Peut-être même aurions-nous pu nous dispenser d'entrer à cet égard dans les divers détails qu'on vient de lire; mais comme ces détails s'appliquent au fond même du sujet, nous avons l'espoir que le lecteur ne les considérera pas comme un hors-d'œuvre.

Revenons maintenant à nos deux propositions.

Nouvelles observations sur les variations de niveau de certains lacs. — Ainsi que nous l'avons dit, on a vivement combattu la première, et ce qu'il y a de singulier, c'est qu'on a invoqué contre elle quelques-uns de ces mêmes faits sur lesquels nous nous sommes appuyé. Cette double conséquence qui serait de nature à prouver et le pour et le contre nous avertit qu'il y a ici un point délicat du débat; il nous sera donc permis d'insister sur sa discussion. D'ailleurs, pour laisser à l'argumentation qu'on nous a opposée toute la portée qu'on a voulu lui attribuer, nous reproduisons ici le texte même de la critique.

« Parmi les centaines de faits qui ont été produits à l'appui de cette théorie (celle en vertu de laquelle il tomberait annuellement plus de pluie sur les bois que sur les terres cultivées), nous en choisissons un qui nous paraît on ne peut plus concluant. Il a été recueilli sur les lieux mêmes par un savant éminent, M. Boussingault, pendant son séjour dans l'Amérique du Sud.

» A l'époque où M. de Humboldt visitait la vallée d'Ara-

» gua (Vénézuela), les habitants lui parlèrent des dessèche-
» ments graduels que subissait le lac depuis une trentaine
» d'années. Ils lui en donnèrent des preuves matérielles irré-
» cusables. Le célèbre voyageur, après un mûr examen des
» localités, n'hésita pas à voir la cause de la diminution des
» eaux du lac dans les nombreux défrichements opérés de-
» puis un demi-siècle dans la vallée d'Aragua. En abattant
» les arbres qui couvrent la cime et le flanc des montagnes,
» a-t-il dit, les hommes, sous tous les climats, préparent
» aux générations futures deux calamités : un manque de
» combustible et une disette d'eau.

» Vingt-deux ans plus tard, M. Boussingault explorait à
» son tour la vallée d'Aragua. Les craintes qu'avaient eues
» pendant si longtemps les riverains avaient changé de na-
» ture ; on en était à se demander si les eaux du lac tarde-
» raient encore longtemps à s'emparer de toutes les proprié-
» tés de la vallée.

» Dans les vingt-deux ans qui venaient de s'écouler,
» Vénézuela avait proclamé son indépendance, des luttes
» sanglantes avaient eu lieu dans la vallée d'Aragua, les
» grandes cultures avaient été abandonnées, et la forêt, si
» envahissante sous les tropiques, avait immédiatement
» repris le terrain que les hommes avaient conquis sur
» elle ; à mesure que les arbres s'élevaient sur les collines
» environnantes, les eaux cessaient de baisser, et elles ne
» tardèrent pas même à prendre un mouvement ascension-
» nel bien prononcé.

» Ces observations si remarquables et si concordantes,
» faites à vingt-deux ans de distance par deux savants
» illustres, nous donnent la preuve et la contre-preuve de
» l'influence des forêts sur la chute de la pluie dans un lieu
» donné.

» M. Vallès nie non-seulement cette influence, mais il
» cherche encore à prouver que les forêts diminuent la quan-
» tité de pluie annuelle. »

Telle est l'objection dans toute sa force; il ne nous sera pas difficile de faire voir qu'en réalité elle est sans valeur.

Parce que le déboisement a produit la baisse des eaux du lac, parce qu'une nouvelle apparition des forêts a fait hausser les niveaux, on en conclut immédiatement que l'influence des forêts s'exerce de manière à provoquer une augmentation de la quantité de pluie annuelle dans un lieu donné; or en ceci on va, selon nous, trop vite et trop loin; car entre la chute de la pluie et l'arrivée de ses eaux dans le lac, il se passe des phénomènes d'absorption et d'évaporation qui peuvent n'être pas les mêmes dans les deux circonstances examinées ici, dont le plus ou le moins d'amplitude peut, pour une pluie de même intensité, modifier considérablement les effets observés; la variation des pertes, en un mot, peut devenir telle qu'elle peut masquer complétement celle du débit de la pluie: or c'est précisément là qu'est toute la question; c'est là que nous l'avons placée, et, comme dans le fait qui vient d'être cité, ces deux effets respectifs ne sont pas isolés, mais confondus, comme c'est en vertu de la solidarité qui lie entre elles les deux causes que le résultat final est produit, il s'ensuit que la conclusion à déduire pour une seule de ces deux actions échappe complétement, et que cet exemple, sur lequel la critique a cru trouver un point d'appui inattaquable, ne présente en vérité rien de concluant.

Nous n'ignorons pas que lorsqu'on n'approfondit pas suffisamment ce sujet, la conclusion que nous combattons est celle qui se présente le plus naturellement à l'esprit, et M. Boussingault lui-même paraît avoir été entraîné à forcer la conséquence; mais avec un peu de réflexion, on ne tarde pas à reconnaître que cette manière de voir n'est pas à beaucoup près la plus logique.

Les faits des changements de niveau du lac de la vallée d'Aragua sont consignés dans l'ouvrage de M. Becquerel,

intitulé : *Éléments de physique terrestre et de météorologie.* M. Becquerel, à son tour, en tire des conclusions, mais il s'en faut qu'elles soient semblables à celles qu'on nous oppose. On a dit : « Ces observations, très-remarquables et » si concordantes, nous donnent à la fois la preuve et la » contre-preuve de l'influence des forêts *sur la chute de la* » *pluie dans un lieu donné.* » Or M. Becquerel est loin d'être aussi explicite, il se borne à dire : « On voit par là l'in- » fluence qu'exerce le boisage sur la quantité d'eau *qui coule* » *ou qui séjourne* dans un pays. » Et telle est, en effet, la seule conclusion rationnelle qu'il soit possible de déduire des observations de MM. de Humboldt et Boussingault. Avec le déboisement, l'écoulement de surface a diminué, puisque les eaux du lac ont baissé ; avec la réapparition des forêts, l'écoulement de surface a augmenté, puisque les niveaux se sont élevés. Voilà seulement ce qu'en tout ceci il y a de certain, et nous verrons plus tard quel puissant appui ces faits donnent à notre seconde proposition. Mais vouloir remonter de là jusqu'à apprécier l'intensité de la pluie qui, dans chaque cas a produit ces écoulements, alors que non-seulement on ne tient pas compte des pertes par absorption et évaporation, mais qu'au contraire on s'étonne et on nous fait un grief d'avoir établi un parallèle à cet égard entre les terrains cultivés et les terrains forestiers, c'est, nous le répétons, aller trop vite et trop loin, et juger très-prématurément le point qui est en litige. M. Becquerel ne s'y est pas trompé ; aussi après s'être expliqué sur le fait qui nous occupe et sur quelques autres semblables, l'illustre physicien s'adresse la question suivante : la diminution des eaux provient-elle d'une moindre quantité de pluie tombée ou d'une plus grande évaporation ? L'auteur aurait dû ajouter : et d'une plus grande absorption ; car les pertes se composent à la fois d'eaux évaporées et d'eaux absorbées. M. Becquerel ne traite pas cette question d'une manière générale, mais il y répond par une série de faits qui vien-

nent tous à l'appui de nos idées et qu'il importe de reproduire ici, soit pour éclairer les esprits, soit pour les convaincre que ce n'est pas à la légère que nous avons prononcé sur cet important sujet.

« En 1826, dit M. Becquerel, les montagnes métallifères » de Marmato ne présentaient que quelques misérables » cabanes habitées par des nègres esclaves. En 1830, cet » état de choses était changé : il y avait de nombreux ate- » liers et une population de trois mille habitants. On avait » été forcé d'abattre beaucoup de bois : le défrichement » n'était commencé que depuis deux ans, et l'on s'aperce- » vait déjà de la diminution du volume des eaux employées » au travail des machines. »

Ce sont encore là les mêmes effets que ceux observés pour le lac de la vallée d'Aragua : diminution des eaux courantes, après le déboisement. Or, si on voulait tirer de ce nouveau fait la même conséquence que du premier, relativement à la décroissance de la quantité annuelle de pluie tombée, voici ce que répondrait M. Becquerel au nom de M. Boussingault : « Cependant un pluviomètre prouva » à M. Boussingault que la quantité d'eau tombée la se- » conde année avait été *plus forte* que celle recueillie la » première. »

Si la thèse que nous soutenons est exacte, s'il est vrai que les déboisements augmentent la quantité annuelle de pluie, en même temps qu'ils diminuent les écoulements de surface, rien de plus facile à concevoir que les faits observés et mesurés par M. Boussingault dans les montagnes de Marmato; ils sont une conséquence toute naturelle de ces principes; si, au contraire, nous nous trompons, ne faut-il pas admettre que ces faits restent à l'état d'énigme, et qu'ils établissent une discordance radicale entre les observations et toute théorie qui serait contraire à la nôtre?

Conséquences à déduire des mesures de la pluie. — Mais les preuves qui nous ont servi de point d'appui ne se bor-

nent pas à celle que nous venons de discuter, et sur laquelle nous avons cru devoir nous étendre avec d'autant plus de détail que la critique elle-même l'a choisie comme un des plus propres à ruiner notre système. Nous en avons cité plusieurs autres qui nous paraissent avoir une haute importance.

A cet égard, on s'est borné à reproduire une seule de celles-ci, en affirmant qu'à nos yeux elle est décisive.

« M. Vallès, a-t-on dit, cite à l'appui de sa théorie trois » faits : nous allons faire connaître celui qui à ses yeux doit » être le plus concluant.

» M. Belgrand, ingénieur en chef des ponts et chaussées, » a constaté qu'il pleuvait beaucoup plus à Vézelay (Yonne) » qu'à Avallon. Cependant la distance qui sépare ces deux » villes n'est à vol d'oiseau que de trois lieues environ. » M. Belgrand ajoute que ces deux localités ne diffèrent » que par l'état général des cultures. Les versants des en- » virons de Vézelay sont beaucoup moins boisés que ceux » qui entourent Avallon.

» M. Vallès, avant d'alléguer ce fait qui lui paraît déci- » sif, s'est-il assuré que les deux contrées dont il s'agit » sont dans des situations réellement identiques sous » tous les rapports, excepté sous celui des déboisements? » Avallon, par exemple, ne serait-il pas protégé par un ri- » deau de montagnes contre l'action des vents de pluie, » et Vézelay se trouve-t-il à cet égard dans la même » situation ? »

Nous aurions bien mal rendu notre pensée, si l'on avait pu conclure de nos paroles que nous attribuons une grande valeur au fait auquel on fait ici allusion ; sans dire que ce fait soit complétement inutile au débat, nous n'hésitons pas à déclarer que nous ne lui attribuons, au contraire, qu'une très-médiocre signification, non pas à cause de la réserve que l'on fait concernant un rideau de montagnes qui couvrirait Avallon et ne couvrirait pas Vézelay, mais parce que

l'observation ne porte que sur les pluies recueillies en 1852, et qu'en météorologie, une année d'observation est bien peu de chose. Mais enfin, ce fait, tel qu'il se présente, soutient plutôt qu'il ne détruit notre système, et voilà pourquoi nous l'avons fait connaître. L'importance que nous lui accordons, loin d'être décisive, n'est donc que très-secondaire. A ce sujet, on nous adresse un reproche qu'on généralise contre les adversaires du reboisement, au profit de ceux qui sont partisans de cette mesure. On porte un acte d'accusation contre la méthode d'argumentation que nous avons mise en œuvre, et l'on dit : « Pour constater les phé- » nomènes météorologiques dus à l'influence des forêts, » les partisans de reboisement comparent presque toujours » l'état climatérique d'un lieu donné, avant et après son » déboisement ; les adversaires, au contraire, prennent en » général deux localités, l'une boisée, l'autre déboisée, et » entre lesquelles il existe quelque analogie, sous le rapport » de la perméabilité du sol, par exemple ; puis ils comparent » les phénomènes qui se produisent sans réfléchir qu'il est » impossible de trouver deux localités taillées sur le même » patron, et ne différant que sur un seul point, celui du » boisement, et qu'il existe une multitude de causes diverses : » la déclivité des versants, les abris qui peuvent masquer, » pour ainsi dire, le rôle que jouent les forêts dans la pro- » duction des phénomènes observés. La supériorité de la » première méthode sur la seconde ne nous paraît pas avoir » besoin d'être démontrée. »

Le reproche qu'on nous adresse ici, ne nous paraît guère fondé. Car si, en deux circonstances et faute de documents directs plus nombreux sur un sujet encore très-neuf pour les observateurs, nous avons eu recours à la deuxième méthode, moins exacte que l'autre, nous le reconnaissons, mais à laquelle il serait injuste cependant de ne pas accorder dans quelques cas une assez grande valeur, ce n'est pas exclusivement sur elle seule que nous nous sommes

appuyé. Nous croyons avoir fait largement usage de la première ; elle forme, ce nous semble, la base essentielle de nos démonstrations, auxquelles la seconde ne fait qu'apporter un contingent assez mince et que nous ne demanderions pas mieux que de pouvoir remplacer par des observations faites dans le sens que l'on indique, si elles existaient.

En ce qui concerne la première proposition, par exemple, dont nous nous occupons ici exclusivement, il est bien vrai que nous ne sommes pas resté dans la même localité, lorsque nous avons comparé les pluies tombées à Avallon et à Vézelay ; mais, à l'exception de ce fait auquel on nous fait, bien à tort assurément, attribuer une importance excessive, et dont nous sommes, au contraire, tout disposé à faire l'abandon, tous nos autres arguments reposent sur des observations faites dans les mêmes localités, identiques, par conséquent, pendant la durée de ces observations, taillées sur le même patron, et ne différant que par la disparition progressive des forêts.

Ainsi, c'est bien dans la même localité que M. Boussingault a reconnu qu'à Marmato la quantité de pluie a augmenté après le déboisement, bien que les écoulements de surface semblassent annoncer une diminution.

C'est bien pour la même localité que M. Becquerel affirme, dans l'ouvrage cité, que depuis 1689 que l'on observe la quantité de pluie tombée à Paris, on a plutôt trouvé une légère augmentation qu'une diminution ; que Césaris a reconnu le même accroissement pour la ville de Milan, depuis 1763 jusqu'à cette époque ; que M. Becquerel ajoute qu'il en est de même à la Rochelle et dans le bassin du Rhône ; faits nombreux et concluants, qui font dire à l'auteur que l'hypothèse de la diminution de la pluie doit être rejetée.

C'est bien aussi pour la même localité que les observations faites à Viviers, par M. Flauguergues, de 1778 à 1817,

ont donné, par périodes de dix ans, pour l'intensité annuelle de la pluie, les nombres croissants dont le détail suit : $0^m.842$. $0^m.899$. $0^m.996$. $1^m.012$: observations remarquables devant lesquelles s'est inclinée la raison d'Arago. « De » telles variations, dit-il, ne sont guère favorables à l'opi- » nion que les pays boisés sont ceux dans lesquels il pleut » davantage, attendu que depuis le commencement des » observations, et notamment dans les dix dernières an- » nées, on n'a cessé de détruire les forêts, tant dans le ter- » ritoire de Viviers que dans tout le département de l'Ar- » dèche, où il ne reste plus aujourd'hui aucun bois » considérable. »

Voilà un ensemble de documents satisfaisant à toutes les conditions que les susceptibilités les plus exigeantes peuvent désirer, que nous considérons comme autrement décisif que les observations udométriques faites en 1852, à Avallon et à Vézelay, et qui ont entraîné notre conviction ; documents contre lesquels aucune observation authentique n'a jusqu'à ce jour protesté et que les abaissements de niveau de certains lacs et de certains cours d'eau d'Amérique laissent subsister dans toute leur valeur ainsi que nous avons cherché à l'expliquer dans ce qui précède, et ainsi d'ailleurs, que l'ont démontré les observations et les mesures directes prises sur les lieux par M. Boussingault. Si nous nous sommes trompé dans notre manière de voir, cet important faisceau de faits bien constatés, bien acquis à la science, devra être considéré comme une inexplicable anomalie ; si, au contraire, nous sommes sur le terrain même de la vérité, l'accord le plus complet sera réalisé entre les aperçus théoriques et les faits d'observation. Appelé à opter entre ces deux alternatives, notre choix ne pouvait être douteux ; nous avons franchement adopté l'opinion qui ne mettait pas notre intelligence en désaccord avec les œuvres de la nature. Il restera maintenant à faire voir comment une augmentation annuelle de pluie n'im-

plique pas contradiction avec une diminution dans les écoulements de surface. M. Becquerel, après avoir rendu compte des tentatives faites à ce sujet par les savants et de l'impossibilité des hypothèses fondées, soit sur une diminution de la pluie, soit sur une plus grande fréquence des jours pluvieux, ajoute : « On en est réduit aux changements » apportés dans les climats par la culture ; » c'est en effet la seule ressource qui reste ouverte aux investigations, et c'est dans les modifications que cette culture a fait subir à la surface terrestre, que nous trouverons la clef des dernières incertitudes. Ceci va nous conduire à l'examen de la seconde proposition, qui consiste, comme nous l'avons dit, en ce que les écoulements de surface sont plus abondants sur les terrains boisés que sur les terrains cultivés.

Des écoulements consécutifs à la pluie. — A l'appui de nos idées, nous avons fait valoir trois ordres de considérations :

1° Des aperçus théoriques ;

2° Les faits particuliers relatifs au mode d'écoulement à la surface des sols cultivés ;

3° Les grands faits naturels résumant synthétiquement les actions hydrauliques diverses qui sont en jeu et en présentent le résumé définitif.

Aperçus théoriques. — Quant aux aperçus théoriques, on les a peu discutés ; on a dit que l'Académie des sciences, qui a nommé une commission chargée de faire un rapport sur toutes les questions qui se rattachent aux inondations, était saisie du débat, et l'on attend son jugement. Toutefois, si nous n'avons pas été attaqué directement sur ce point, il ne faudrait pas croire que la critique s'est complétement abstenue, et il y aurait lieu d'entrer dans quelques détails à ce sujet ; mais cette partie de la discussion peut sans inconvénient être ajournée, et elle se représentera pour ainsi dire d'elle-même, lorsque, examinant le reboisement à un tout autre point de vue que celui des

inondations et dans les rapports qu'il peut avoir avec l'amélioration de certains sols, nous rechercherons quelles sont les parties de notre territoire qu'il convient de reboiser de préférence.

État du sol au point de vue de sa compacité et de son imbibition. — Mais si l'on a été sobre d'attaques en ce qui concerne les aperçus théoriques, il n'en a pas été de même au sujet du deuxième ordre de considérations.

Nous avons dit que le sol battu des forêts doit accélérer la vitesse des eaux; on prétend, à l'inverse, que ce sol couvert de feuilles sèches, de menus arbrisseaux, de brins traînants et autres *impedimenta* végétaux, doit au contraire faire subir de notables retards à l'écoulement.

S'il en était ainsi, nos cantonniers sur les routes et nos paysans dans les champs auraient donc bien tort de couvrir le faîte de leurs cabanes soit avec de la terre tassée qu'ils tapissent de gazon, soit avec des feuilles et de la paille; à ces toitures, composées d'impédimenta végétaux, qui, d'après nos adversaires, retardent l'écoulement de la pluie et conservent celle-ci, ils feraient bien mieux de substituer une terre légère, poreuse, très-divisée, sur laquelle l'écoulement superficiel instantané des eaux laisserait à peine des traces d'humidité. Est-ce bien ainsi que l'entend la critique?

Nous pensions que cette objection, déduite des prétendus retards qu'apporte à l'écoulement l'état extérieur du sol des forêts, serait la seule qu'on élèverait contre cet ordre d'idées. Mais on est allé plus loin : on ne s'est pas borné à nous opposer ces effets de surface, et, peu de temps avant l'impression de cet écrit, nous avons acquis la conviction qu'on allait jusqu'à prétendre que cette compacité du sol sur laquelle nous avons insisté, pouvait être considérée comme problématique et, dans tous les cas, comme fort exagérée par nous.

Il est fort singulier, tout le monde en conviendra, qu'une

telle objection soit mise en avant par ceux-là mêmes qui s'appuient, pour réclamer le reboisement, sur le motif que cette opération est éminemment conservatrice du sol. Mais nous ne sommes pas chargé de mettre en concordance les oppositions d'idées que les aveuglements de la critique peuvent faire naître. On nous attaque ; nous nous bornons à nous défendre.

A l'époque où nous nous occupions de la rédaction de notre ouvrage, le fait dont il s'agit ici nous a paru tellement évident, tellement à l'abri de toute controverse, que nous nous sommes borné à l'énoncer, sans croire qu'il fût nécessaire de l'étayer sur aucune preuve. Nous pensons encore de même aujourd'hui, sinon à l'égard de quelques adversaires obstinés, du moins vis-à-vis de la majorité des lecteurs ; aussi n'insisterons-nous pas beaucoup sur cette discussion. Toutefois, il est nécessaire d'en dire quelques mots quand ce ne serait que pour constater que nous sommes loin de vouloir prendre condamnation sur un fait que nous considérons comme très-important dans ce débat.

D'ailleurs, depuis la publication de notre ouvrage, la question du reboisement des sommets montagneux et des pentes abruptes, a pris, on peut le dire, une importance gouvernementale, et bien que ce ne soit pas au point de vue des inondations qu'on se propose d'en faire l'application, nous sommes d'autant plus porté à discuter les faits qui s'y rattachent, qu'on a cherché à nous incriminer à ce sujet à l'aide d'une confusion d'idées sur lesquelles il faut que la clarté se fasse et que les incertitudes se dissipent. Nous insistons donc particulièrement à cet égard. Ce que nous allons dire en ce moment sur cette question sera d'ailleurs une sorte d'introduction aux idées de détail que nous nous proposons de développer dans le troisième chapitre de cet écrit.

Certes, si nos antagonistes étaient des hommes de bêche et de charrue, des hommes d'expérience, au lieu de se bor-

ner à être des hommes de plume, il ne leur serait pas venu à la pensée de refuser au sol des forêts, pas plus qu'à celui des prairies, au sol, en un mot, qu'on ne laboure pas, la propriété d'être notablement plus compacte que celui-ci, et je doute fort que, sur la foi de leurs assertions, un manouvrier quelconque à qui ils proposeraient de bêcher pour le même prix une égale surface de sol forestier ou de sol cultivé, se déterminât à donner la préférence au premier. C'est là d'ailleurs une expérience facile que tout le monde a sous la main, et, pour notre part, nous n'hésitons pas à en accepter les conclusions.

Les géologues explorateurs, qui ont fait remuer sous leurs yeux toutes sortes de terre, savent ce qu'il faut penser de la compacité des terrains sur lesquels ne passe pas la charrue : « Par un long défaut de labour, dit M. Fournet, » l'habile professeur de la Faculté de Lyon, le sous-sol ac- » quiert une compacité telle que, dans certaines conditions, » il se transforme en tuf et même se pétrifie pour ainsi » dire (*). »

Si nous étudions l'action des eaux courantes sur les terrains boisés et sur les terrains dénudés, nous serons conduits aux mêmes conséquences; autant les ravinements sont rares sur les premiers, autant ils sont fréquents et de facile formation sur les seconds, surtout lorsque ceux-ci sont en pente. Ainsi que nous l'avons dit, nous reviendrons dans le chapitre troisième sur cet ordre de considérations, et nous verrons quelles conséquences il faut en déduire en ce qui concerne l'opération du reboisement entreprise au point de vue de la conservation des terres; quant à présent une simple description de quelques faits observés sera suffisante pour porter la conviction dans tous les esprits. Comme notre propre témoignage pourrait paraître suspect,

---

(*) Procès-verbal de la séance du 18 juillet 1856 de la Société impériale d'agriculture de Lyon, 2e série, t. VIII.

nous nous abstiendrons de citer des observations qui nous sont personnelles et nous recourrons à des documents émanant d'auteurs qui sont plutôt contraires que favorables à nos idées. Un des plus concluants, et nous croyons qu'il sera suffisant, est développé dans le numéro du 20 novembre 1859 de *l'Ami des sciences*. L'auteur, M. J. Forster, s'exprime ainsi : « Les faits que nous allons exposer ont » trait à la production des ravines dans les terrains boisés » et dans les terrains déboisés. Les expériences ont été » faites sur un des versants de la vallée de Bernassobre, » commune d'Escoussens, département du Tarn. Le ver- » sant dont nous nous sommes occupé se dirige du sud au » nord, et son exposition est à l'ouest, le sol est à base cal- » caire. L'altitude maxima est de 900 mètres au-dessus du » niveau de la mer et la longueur transversale varie de 400 » à 590 mètres. L'inclinaison est très-forte ; elle paraît dé- » passer 45° ; l'étendue totale du versant est de 283 hec- » tares. »

Au point de vue de l'état agricole, l'auteur divise ce versant en trois catégories :

1° Une étendue de 240 hectares entièrement couverte d'une belle futaie de chêne et de hêtre de soixante à quatre-vingts ans occupant l'amont du versant ;

2° Une étendue complétement défrichée depuis le faîte jusqu'au thalweg d'environ 22 hectares ;

3° Une étendue également défrichée située dans la partie la plus septentrionale du versant de 21 hectares, mais au bas de laquelle et le long du ruisseau on a laissé une bande boisée de 4 hectares ayant 100 mètres de large.

Voici maintenant ce qui a été observé :

1° Dans la partie boisée, il n'existe pas un seul ravin ;

2° Dans la partie complétement dénudée dont le défrichement date de trente ans, il s'en est formé trois dont les sections comptées de 50 en 50 mètres, depuis l'origine jusqu'au débouché de la vallée, ont les dimensions suivantes :

1ᵉʳ *ravin*. Sur le faîte, 0ᵐ.00 ; puis successivement 1ᵐ.00, 3ᵐ.50, 12ᵐ.00, 35ᵐ.00, 44ᵐ.00, et au débouché 48ᵐ.00.

2ᵉ *ravin*. Sur le faîte, 0ᵐ.00 ; puis successivement 9ᵐ.00, 20ᵐ.00, 30ᵐ.00, 42ᵐ.00, 56ᵐ.00, et au débouché 75ᵐ.00.

3ᵉ *ravin*. Sur le faîte, 0ᵐ.00 ; puis successivement 0ᵐ.50, 4ᵐ.00, 9ᵐ.00, 12ᵐ.25, 42ᵐ.00, 48ᵐ.75, et au débouché 67ᵐ.50.

3° Enfin, dans la partie défrichée et terminée par la bande boisée, il s'est formé quatre ravins qui se comportent comme suit :

1ᵉʳ *ravin*. Sur le faîte, 0ᵐ.00 ; puis successivement 1ᵐ.25, 3ᵐ.60, 16ᵐ.00, 22ᵐ.50, 22ᵐ.50 ; en ce point le ravin atteint le bois et sa section est réduite à 15ᵐ.00 à l'entrée et au milieu, et à 16ᵐ.50 au débouché.

2ᵉ *ravin*. Sur le faîte, 0ᵐ.00 ; puis successivement 2ᵐ.25, 5ᵐ.00, 7ᵐ.50, et puis il se subdivise en quatre ravins secondaires présentant chacun une section moyenne de 0ᵐ.50.

3ᵉ *ravin*. Sur le faîte, 0ᵐ.00 ; puis successivement 0ᵐ.30, 2ᵐ.25, 3ᵐ.40 ; en entrant dans le bois, le ravin se subdivise et se perd.

4ᵉ *ravin*. Sur le faîte, 0ᵐ.00 ; puis successivement 1ᵐ.40, 9ᵐ.00, 30ᵐ.00, 58ᵐ.50, 75ᵐ.00 ; en ce point, le ravin atteint le bois et conserve jusqu'au débouché la section de 75ᵐ.00.

Ces divers faits sont concluants. On voit en résumé que sur la partie boisée il ne s'est produit aucun ravin ; que sur la partie complétement défrichée, au contraire, il s'en est formé trois considérables dont la section a marché en grandissant dans une énorme proportion depuis le faîte jusqu'au débouché ; que sur la dernière partie les mêmes faits ont été observés sur le sol dénudé ; mais que la bande boisée, non-seulement a toujours mis un temps d'arrêt à l'amplitude de l'érosion, mais aussi qu'elle l'a réduite, que même elle l'a fait complétement disparaître dans quelques cas. Nous avons tenu à faire connaître ces détails, parce qu'ils

ne se bornent pas à confirmer de la manière la plus péremptoire la vérité des principes sur lesquels nous nous sommes appuyé, mais parce qu'ils sont, en outre, très-propres à donner la mesure de l'énergie respective de la compacité du sol comparativement à celle du sol cultivé.

Passons maintenant à une autre nature d'objections.

Nous avons dit que l'évaporation étant, de l'aveu de tout le monde, moins énergique dans les bois que dans les champs, le sol forestier est relativement toujours plus humide que le sol cultivé, et moins apte, par conséquent, à conserver une partie importante des nouvelles masses d'eau qui lui arrivent et qui a pour résultat de faire grandir l'écoulement de surface.

On répond que si notre assertion était fondée, il s'ensuivrait que l'humus des forêts fournirait une quantité d'eau indéfinie à la végétation des arbres ; or les observations faites par M. Chevandier prouvent péremptoirement le contraire, puisque ce savant a reconnu qu'on pouvait, dans certains cas, tripler et quadrupler la production ligneuse en saturant le sol d'humidité.

On cherche évidemment ici à forcer la conséquence. Le lecteur comprendra sans peine que la terre des forêts peut être plus humide que celle des champs, sans contenir cependant tout ce qu'il faudrait à une luxuriante végétation forestière. En fait d'eau, les arbres peuvent être très-ambitieux et avoir des besoins supérieurs aux ressources que la nature leur donne. Il y a des hommes comblés d'honneurs et qui en désirent toujours de plus en plus ; mais ce désir ne prouve nullement qu'ils n'ont pas déjà un contingent de distinctions bien plus considérable que celui de leurs voisins ; en un mot, on voudrait nous faire passer à l'absolu, lorsque nous avons seulement voulu rester dans des appréciations relatives.

A la vérité, on nous oppose cette phrase extraite de notre ouvrage : « Voilà pourquoi le sol des forêts *déjà saturé*

» est impropre à conserver une partie importante des nou-
» velles masses versées par les orages. Voilà pourquoi l'ab-
» sorption y est presque nulle. »

Mais à quelles circonstances atmosphériques s'applique cette assertion ? à celles évidemment qui existent au moment où l'inondation va se produire, inondation toujours préparée par des pluies antérieures ; ces circonstances sont évidemment les seules qu'il nous importait d'étudier ; le titre même de notre ouvrage l'indique suffisamment, et les passages qui précèdent et qui suivent celui qu'on nous oppose le démontrent surabondamment. Or il est incontestable que, dans ces moments de crise, préparés à l'avance, comme nous venons de le dire, par des chutes d'eau abondantes, il est incontestable, disons-nous, que la couche supérieure du sol des forêts, en tout temps plus humide que celle des autres terrains, arrive à très-peu près à saturation, et devient ainsi impropre à de nouvelles imbibitions. Mais peut-on raisonnablement conclure de là que nous avons voulu affirmer que le sol des forêts est *toujours*, depuis le commencement de l'année jusqu'à la fin, complétement saturé d'eau ? évidemment non. Or cette saturation presque complète, mais momentanée, que nous constatons au moment de l'inondation, qui n'existait pas un mois auparavant, qui n'existera pas un mois après, est-elle bien celle que M. Chevandier a mise en œuvre pour tripler ou quadrupler la production ligneuse ? Celle-ci n'est-elle pas, au contraire, une saturation à peu près continue, comme celle qui se produit par l'irrigation artificielle des prairies, et dans la culture maraîchère ; saturation qui exige un volume d'eau autrement considérable que celui de la totalité même de la pluie qui tombe annuellement sur les surfaces soumises à ce régime. Le lecteur a déjà répondu à ces questions, et nous n'insisterons pas davantage sur ce point.

Prétendu drainage exercé par les racines des arbres. — Enfin nous avons dit que les terres cultivées, par leur état

de division, par leurs sarclages fréquents, par leur sillonnage artificiel, retardent le cours des eaux et facilitent singulièrement leur absorption.

En ce qui concerne cette faculté de pénétration, la perméabilité, on objecte que les racines des arbres, loin de la restreindre, l'amplifient; qu'elles font l'office d'un véritable drainage perpendiculaire analogue à celui qui a été pratiqué avec succès en Hollande et sur quelques points des Iles britanniques. Ce système de drainage consiste à planter trois ou quatre mille piquets sur un hectare. Les eaux pluviales s'infiltrent le long de ces piquets; on obtient ainsi, dans certains cas, d'aussi bons résultats qu'au moyen du drainage horizontal.

Le drainage étant une opération qui consiste à ouvrir des issues à l'eau à travers un terrain compacte, qui naturellement ne la laisserait pas passer, nous concevons très-bien que lorsqu'une masse d'argile repose sur une couche sableuse ou plus généralement perméable, cette masse étant traversée par des piquets dont l'extrémité inférieure pénètre jusqu'au sous-sol, on pourra ainsi obtenir un moyen de faire égoutter les eaux le long des piquets, de les conduire jusqu'au terrain absorbant à travers lequel elles s'écouleront sans difficulté, et d'en débarrasser celui de la surface. Cet effet sera même singulièrement facilité si, au lieu de tasser fortement la terre autour des piquets, on fait le vide autour d'eux : condition facile à réaliser, en leur imprimant, au moment où on les fiche en terre, et plus tard, quand cela devient nécessaire, un léger mouvement de rotation conique.

Mais est-ce bien de cette manière qu'agissent les arbres? Est-ce bien dans ces conditions qu'ils se trouvent placés?

Et d'abord, quand on les plante, la terre est tassée autour d'eux; on comprime le terrain plutôt qu'on ne l'ouvre et qu'on ne le divise; d'ailleurs ne le ferait-on pas, que

cet effet de compression ne tarderait pas à se produire de lui-même.

En effet, le piquet ne végète pas et conserve toujours son volume primitif; l'arbre, au contraire, croît, se développe, et prend incessamment plus d'espace, aussi bien dans l'air que dans le sol. La partie implantée de son tronc et ses racines, en vertu de ce développement, exercent une action compressive sur les terres environnantes, en ferment par conséquent, de plus en plus, tous les interstices, et communiquent au sol qui les entoure, un degré de compacité qui va sans cesse en augmentant avec la croissance du végétal, et bien supérieur, au bout de quelques années, à celui qu'il pouvait posséder au début. A coup sûr, ce ne peuvent être là des conditions favorables au drainage, et pour notre part, c'est tout le contraire que nous y voyons; en un mot, parce que le piquet est inerte, mort, invariable quant à son volume; tandis que l'arbre vit, s'étend et occupe chaque jour plus d'espace autour de la terre qui le fait vivre, et qu'il comprime, non-seulement nous ne saurions admettre de similitude entre les deux cas, mais nous y voyons, au contraire, des différences profondes et radicales.

A ces observations on oppose le passage suivant d'un rapport de M. Adolphe Brongniart sur les plantations de la Sologne : « Qu'on compare dans ces contrées, dit ce savant, » à la suite des pluies, le sol d'un plateau, même en apparence très-sablonneux, couvert de bruyères et de plantes » herbacées, avec celui d'un bois de pin, convenablement » éclairci. Le premier restera longtemps humide, marécageux même par place, il ne perdra presque son humidité » que par l'évaporation du sol; le second, profondément » desséché, et l'on peut dire drainé par la succion longtemps prolongée des racines profondes du pin, absorbera rapidement l'eau tombée à sa surface, et la rendra à » l'atmosphère par la transpiration des feuilles. ».

Nous ne voyons dans les observations de M. Brongniart

rien que de très-naturel, rien que de conforme aux principes que nous avons émis. Qu'en résulte-t-il, en effet? qu'un sol recouvert de bruyères et de plantes herbacées est moins perméable que celui d'un bois de pin, *lorsque celui-ci a été convenablement éclairci.* Mais cela prouve-t-il qu'un bois de pin, ou tout autre, surtout lorsqu'il **n'a** pas été convenablement éclairci, est plus perméable qu'*un sol cultivé?* certainement non. Or c'est en cela surtout que consiste la question. Si l'on veut bien se reporter à ce que nous avons dit dans nos *Études*, pages 321, 322, 323 et 324, sur les divers degrés de perméabilité que la culture imprime à un même terrain, on verra qu'à cet égard nous avons mis sur la même ligne les surfaces *herbées* et le sol *battu* des forêts. Mais si ce dernier sol cesse d'être ferme et battu, si la surface a été remuée, si l'éclaircissement auquel on a procédé a été l'occasion de le creuser, d'y multiplier les tranchées, n'est-il pas évident qu'on aura ainsi *ouvert* à l'eau de nombreux passages; que dès lors on aura notablement augmenté la faculté d'imbibition, et que par conséquent, dans cet état le sol forestier sera plus perméable que le sol herbé. En outre, les racines des arbres que l'opération de l'éclaircissement a fait disparaître cesseront de croître; au contraire, en dépérissant, elles diminueront de volume et ouvriront à l'eau de nouveaux émissaires souterrains : ce ne sont donc pas les succions des racines vivantes qui, à proprement parler, seront le drainage; mais elles en profiteront, et, à ce point de vue, nous ne faisons aucune difficulté d'en convenir, elles contribueront par un acte de physiologie végétale à activer la dispersion de l'eau. Mais le vrai drainage, le véritable écoulement mécanique qui le constitue sera produit par les fouilles opérées pour l'éclaircissement, par les conduits nombreux qui ne manqueront pas de se former autour des racines mortes, et il est très-certain que dans ces circonstances particulières un bois deviendra plus perméable qu'une prairie; il est même pos-

sible qu'accidentellement il le devienne autant et plus qu'un sol cultivé. Mais évidemment il ne faut voir là qu'une très-rare exception.

Quelques considérations sur les écoulements d'eau à la surface des sols rocheux. — Je passe à une autre nature d'objections.

Il est incontestable que lorsqu'une forêt, primitivement établie sur un sol de rocher, vient à disparaître, la faible couche de terre qui existait à la surface ne tarde pas à être entraînée, surtout lorsque les inclinaisons naturelles sont considérables. Un tel résultat peut être fâcheux et regrettable à différents points de vue, et nous reviendrons sur ce sujet dans la suite de cet écrit, mais il s'en faut qu'il le soit toujours à celui des inondations ainsi qu'on a voulu le prétendre. L'erreur provient ici de ce que l'on a trop généralement admis sans discussion que les eaux s'écoulent toujours avec une grande instantanéité à la surface des terrains de rocher. C'est souvent le contraire qui arrive et il convient de distinguer. S'il s'agit de rochers appartenant aux formations géologiques primitives et à celles dites liasiques, c'est bien ainsi que les choses se passent; les pluies qui tombent sur ces terrains donnent lieu en très-peu de temps à des écoulements superficiels qui ont presque toujours de l'importance. Mais si au lieu de cette nature de rochers, il s'agit de ceux qui sont classés dans la catégorie des formations oolithiques de la craie et autres, il n'en est plus de même, c'est à peine si les plus fortes averses présentent à la surface de ces terrains et surtout des premiers quelques traces d'écoulement; là on voit rarement, et momentanément d'ailleurs, les apparences d'un cours d'eau promptement effacées. Dans ces vallées toujours étroites, la culture s'étend jusqu'au fond du thalweg qu'aucune ligne particulière d'écoulement ne signale à la vue; sur les versants et sur les sommets, d'immenses espaces recouverts de rochers n'envoient pas une goutte d'eau dans les parties

inférieures, et tout ce qui tombe sur la surface disparaît rapidement dans le sous-sol. C'est que, tandis que les rochers de la première catégorie présentent des masses compactes, sans fissures, ne permettant qu'à d'imperceptibles filets d'eau d'arriver dans leur intérieur, les seconds, au contraire, sont fendillés à tel point que leur ensemble constitue, à proprement parler, un immense feuilletage à travers lequel disparaissent avec une remarquable facilité les produits des pluies les plus abondantes. Les inductions que l'on a cru déduire de cet ordre de faits ne doivent donc être accueillies que sous réserves ; admissibles pour certains cas, elles seraient fautives pour plusieurs autres ; et à cet égard toute idée de généralisation doit être rejetée. Non-seulement les plantations faites sur cette dernière sorte de terrains n'augmenteraient pas la perméabilité, mais elles feraient subir, au contraire, à cette faculté une incontestable diminution.

« Plus, dit M. de Villeneuve-Flayosc (*), les grands plateaux sont arides, plus est grande la proportion d'eau
» pluviale enlevée par absorption. »

Le lecteur désireux de plus amples détails à ce sujet pourra consulter ce que nous avons exposé pages 57 à 68 de nos études sur la grande perméabilité de certains bassins.

De l'influence retardatrice des arbres sur la fonte de neiges. — Enfin l'influence retardatrice des forêts sur la fusion des neiges a été la matière d'une nouvelle objection.

A ce sujet, nous ne saurions admettre que lorsque la fonte de la neige est provoquée par une pluie abondante, cette fonte soit plus lente dans les bois que partout ailleurs; nos adversaires ont pu le dire, mais aucun fait, aucune observation comparative ne le prouve, et, jusqu'à nouvel ordre, il nous est impossible de voir dans cette assertion

(*) Description géologique et minéralogique du Var (page 463).

autre chose qu'une supposition gratuite. Il y a plus, et tant que l'expérience n'aura pas prononcé à cet égard, il sera rationnel de tenir pour vrai que cette fonte sera ou plus accélérée ou plus retardée dans les forêts que dans les champs, suivant que les écoulements de surface sur les terrains boisés, écoulements qui constituent ici le véritable dissolvant des neiges, seront eux-mêmes ou plus volumineux ou plus restreints que sur les autres sortes de cultures. Le fait qui nous occupe se présente donc plutôt comme une conséquence que comme un déterminant de la vérité de la proposition en litige, et dès lors, il ne saurait trancher la question.

Mais nous ne faisons pas difficulté de tenir pour vrai, parce que des faits nombreux l'ont constaté, et notamment ceux qui ont été étudiés dans les cantonnements de la Grande-Chartreuse, que, toutes autres choses égales d'ailleurs, les forêts jouissent de la propriété de retarder d'un certain nombre de jours, la fonte *naturelle* de la neige, et nons entendons par fonte naturelle, celle qui résulte de l'adoucissement de la température de l'air, sans intervention de pluie. Mais il en résulte, selon nous, des inconvénients plutôt que des avantages au point de vue des inondations. Si l'on veut bien se reporter à ce que nous avons dit sur les neiges, pages 246 et suivantes, on remarquera qu'il est bien difficile d'admettre que leur fonte naturelle puisse par elle seule, lorsqu'elle n'est pas accompagnée de pluie, produire des crues redoutables, parce qu'alors la neige ne fond pas simultanément dans les lieux bas et dans les lieux élevés, ce qui s'oppose à l'amoncellement des liquides. Il n'en est pas de même quand des pluies générales et intenses surviennent; ces pluies deviennent alors un dissolvant universel qui agit partout simultanémeut et provoque les amas d'eau les plus considérables.

Cela posé, reportons-nous à l'exemple qu'on a cité du cantonnement de la Grande-Chartreuse. Là, dit-on, la

neige fond sur les plateaux des versants dénudés quinze jours au moins avant celle qui couvre le sol des sapinières de ce cantonnement. Qu'en résultera-t-il? Que si, dans l'intervalle de ces quinze jours des pluies abondantes surviennent, elles opéreront immédiatement la fusion du liquide resté à l'état de neige dans la forêt. Le volume de l'écoulement superficiel se trouvera donc augmenté de tout ce que ces neiges auront produit, circonstance très-fâcheuse, au point de vue de l'inondation; circonstance créée par la présence de la forêt et par son influence retardatrice, et qui n'aurait pas existé si, la surface entière du sol étant dénudée, toute la neige avait fondu huit, dix ou quinze jours plus tôt.

Nous croyons avoir passé en revue tout ce qui nous a été objecté d'essentiel au sujet de ce second ordre de considérations, et nous avons l'espoir que, si nous ne sommes pas parvenu à faire passer dans les esprits une entière conviction, nous aurons tout au moins fait naître des doutes très-légitimes.

Synthèse des grands faits naturels. — Mais nous irons plus loin, car nous sommes disposé à faire à ce sujet les plus amples concessions. Admettons donc que c'est nous qui sommes dans l'erreur, que ce sont nos contradicteurs qui sont dans le vrai; attribuons à leurs arguments une valeur décisive, et disons avec eux qu'ils conduisent à cette conséquence que sur le sol des forêts les écoulements consécutifs à la chute de la pluie, sont moins énergiques que partout ailleurs. Il faudra maintenant examiner comment cette conclusion s'accorde avec le troisième ordre de considérations, c'est-à-dire avec les grands faits naturels qui présentent dans leur ensemble le résultat combiné des actions relatives à la chute de la pluie, à la perméabilité et à l'évaporation, à l'écoulement superficiel.

On a parlé du lac d'Aragua, et c'est ici le lieu de revenir sur cette citation. Or, que s'est-il passé dans cette

localité? Quand les forêts ont été détruites, les eaux du lac ont baissé; quand au contraire, les bois ont reparu, le niveau des eaux s'est relevé, qu'en conclure, je le demande? Sinon que les terres cultivées sont bien plus aptes que le sol des forêts à diminuer les écoulements de surface, à appauvrir les récipients vers lesquels ces écoulements aboutissent et, par conséquent, lorsque ces récipients, au lieu d'être des lacs sont des fleuves, à diminuer les masses liquides qui y prennent leurs cours. Aussi, à la vue de ces résultats, M. de Humboldt, bien loin d'exprimer des craintes sur des submersions qui seraient la conséquence des déboisements, émet des idées tout à fait contraires; ce n'est pas l'excès de liquide qu'il redoute, c'est sa pénurie : « En abattant les arbres qui couvrent la cime et le flanc » des montagnes, dit-il, les hommes, sous tous les climats, » préparent aux générations futures deux calamités à la » fois, un manque de combustible et une disette d'eau. » Ce n'est pas là, il faut en convenir, l'expression d'une opinion qui serait favorable à l'amplification des débordements.

Et qu'on ne pense pas que ce qui concerne le lac d'Aragua soit un fait isolé, constituant une véritable exception. Voici comment s'explique M. Becquerel dans l'ouvrage déjà cité.

« M. Boussingault cite encore d'autres faits du même » ordre. Il existe plusieurs lacs sur les plateaux de la Nou- » velle-Grenade à une hauteur de 2 000 à 3 000 mètres, où » la température toute l'année, est de 14 à 16 degrés. Les » habitants du village de Dubate, situé près des deux lacs » qui étaient réunis il y a une soixantaine d'années, ont été » témoins de l'abaissement graduel des eaux, de telle sorte » que des terrains qui se trouvaient sous les eaux, il y a » trente ans, sont aujourd'hui livrés à la culture. M. Bous- » singault s'est assuré que ce changement est dû *à la dis-* » *parition de nombreuses forêts qui ont été abattues.*

« L'Europe, continue M. Becquerel, fournit des exemples » du même genre; les lacs de Bienne, de Morat, de Neuf- » châtel, ont éprouvé également un abaissement à la suite » de défrichements. »

Et comme si ce n'était pas assez de toutes ces preuves qui démontrent si évidemment l'influence inverse des forêts, nous pouvons citer d'autres faits qui établissent que là où l'état agricole du sol n'a pas éprouvé de changement, il n'y en a pas eu non plus dans les écoulements.

« D'autres lacs, dit encore M. Becquerel, entre autres » celui de Tota, peu éloigné de Puquené, situés dans des » localités où il n'y a pas eu de déboisements, n'ont éprouvé » aucune diminution dans leurs eaux. »

Joignons à ces citations celle qui concerne les montagnes de Marmato, dans lesquelles M. Boussingault nous apprend que la décroissance des écoulements de surface a été la conséquence immédiate des déboisements, et n'oublions pas de noter que, d'après cet éminent physicien, la quantité annuelle de pluie a été plus considérable après qu'avant.

Joignons-y encore ce qui a été observé depuis quelques années dans le bassin de l'Eure.

« Les améliorations agricoles, dit M. l'ingénieur en chef » de Saint-Claire, ont atténué le volume des eaux super- » ficielles au profit des eaux d'infiltration; elles ont rendu » moins fréquentes et moins redoutables à l'avenir les crues » des rivières. »

Voilà un ensemble de grands faits naturels, imposants par leur nombre, par l'étendue des surfaces auxquelles ils s'appliquent, par la remarquable concordance des résultats auxquels ils conduisent. Ce ne sont pas ici des appréciations théoriques, des interprétations plus ou moins plausibles de quelques principes physiques, des opinions, en un mot, sujettes à controverse, c'est la nature elle-même. observée dans sa marche, en dehors de toute hypothèse, interrogée dans la manifestation immédiate de ses phénomènes, et

nous enseignant par ses réponses si nettes, si précises, si concluantes, ce que nous devons penser, soit des causes productives de ces phénomènes, soit des influences modificatrices qui interviennent dans chaque cas pour les amplifier ou les restreindre.

Quelle est l'étendue qu'on prétend donner au reboisement? — Mais la critique ne se résigne pas facilement à s'avouer vaincue, obligée de reconnaître qu'entre les terrains boisés et les terrains cultivés la controverse n'est pas soutenable, elle nous adresse le reproche d'avoir complétement déplacé la question. « Il s'agit de savoir, dit-elle, si le sol *incultivé* » *et incultivable* de nos montagnes est ou non dans de » meilleures conditions pour diminuer les écoulements de » surface que s'il était couvert de végétation. »

Cette objection nous conduit de prime abord à demander à nos adversaires si dans leurs instances pour le reboisement, ils se sont en effet bornés à n'appliquer cette opération que sur les sommets et les pentes supérieures des montagnes? ce qui ne représenterait guère pour toute la France que 1 200 000 hectares, ou bien si leurs prétentions ne vont pas fort au delà de ce chiffre, s'ils ne veulent pas que cette opération s'étende sur une surface sept ou huit fois plus considérable, c'est-à-dire sur un sixième environ de l'étendue de notre territoire, et qu'elle descende par conséquent au pied même des montagnes et jusque dans les vallées? La réponse à cette question ne saurait être douteuse.

« Nous persistons à croire, lisons-nous dans les annales » forestières, jusqu'à preuve contraire, que si les 600 000 hec- » tares de marais qui, d'après le rapport au sénat de M. Ca- » sabianca existent en France, étaient reboisés, si, en outre » on recouvrait de végétaux forestiers les terres incultes » des départements des Landes et de la Gironde, les » landes de la Bretagne, de la Brenne, de la Sologne, et » enfin, une partie de ces pâtis, de ces communaux, ou

» pour parler plus généralement, de ces terres improduc-
» tives, qui forment une contenance totale d'environ 9 mil-
» lions d'hectares, les vents du sud-ouest et du sud ne vien-
» draient pas verser sur les flancs des Alpes, des Cévennes
» et des montagnes du Centre, des masses liquides aussi
» considérables. »

On le voit donc, c'est bien en contre-bas des cimes et des premières pentes des montagnes que s'étendent les prétentions des partisans du reboisement. C'est bien ailleurs que sur les terrains *incultivés et incultivables* des sommets qu'ils veulent faire croître la végétation forestière; aussi, inclinons-nous à penser que nous n'avons pas tant déplacé la question, qu'on voudrait le donner à entendre, que cette partie de notre travail avait ses nécessités, et que tout ne sera pas inutile dans les conséquences auxquelles elle nous a conduit.

Quant à savoir si le sol incultivé et incultivable de nos montagnes est ou non dans de meilleures conditions pour diminuer les écoulements de surface, que s'il était couvert de végétation forestière, nous pouvons pertinemment répondre avec M. de Villeneuve-Flayosc, dont le consciencieux talent d'observation ne sera pas contesté, que dans le département du Var tout entier, plus les plateaux sont arides, plus est grande la proportion d'eau infiltrée (*); que d'après M. Belgrand, il en est de même dans plusieurs parties du bassin supérieur de la Seine, qu'enfin, d'après nos propres observations, les mêmes faits se produisent dans les *causses* des départements du Lot et de l'Aveyron. Ces exemples, on le voit, ne manquent pas d'étendue, et conduisent à cette conséquence que dans beaucoup de cas, c'est par l'affirmation qu'il faut répondre à l'objection qu'on nous adresse. D'ailleurs, à ces faits particuliers ajoutons quelques considérations générales.

(*) Description minéralogique et géologique du Var (page 463).

Et d'abord, nous n'insisterons pas ici sur cette considération que la transformation en forêt d'un sol dont toutes les parties seraient réellement incultivables se présente de prime abord à l'esprit comme une opération aussi peu certaine dans ses conséquences que coûteuse dans son principe ; peut-être même, à ce sujet, serions-nous en droit de demander à ceux qui la proposent, s'ils n'emploient pas ces expressions *inculte*, *incultivable*, dans un sens trop absolu. S'il en était ainsi, l'objection perdrait à peu près toute sa valeur ; mais passons condamnation sur ce point, et pour mettre la critique tout à fait à son aise, allons plus loin qu'elle et admettons qu'à ces expressions il faut subsister celle de *rocher dénudé*, c'est-à-dire de ce qu'il y a de moins cultivable à la surface du globe ; or, à cet égard, une réponse générale, péremptoire, s'appliquant à tous les cas, une réponse telle qu'on a évidemment voulu la provoquer, n'est pas possible, et il y a matière à distinction. Si, comme nous l'avons déjà fait remarquer, les rochers appartiennent à des formations géologiques composées de masses compactes, comme les terrains primitifs. une assez grande partie des terrains de transition, ceux du lias, qui sont essentiellement imperméables, nous n'hésiterons pas à reconnaître que dans ce cas la création d'une forêt non-seulement n'empirera pas l'état des choses, mais qu'elle pourra introduire une légère amélioration. S'il s'agit au contraire de terrains oolithiques et crayeux, c'est tout l'opposé qui arrivera, parce que sur ces terrains, même lorsqu'ils se présentent à l'état de rochers, les écoulements de surface, sauf dans les orages d'intensité exceptionnelle, sont à peu près nuls, et que toute végétation qui les recouvrira, en bouchant leurs fentes si multipliées, soit par le développement des racines, soit par l'apport des détritus qui se forment annuellement, pourra éteindre dans une grande proportion la faculté très-développée d'absorption qu'ils possèdent à l'état naturel.

Il y a donc à cet égard le pour et le contre, mais avec cette différence entre les deux cas, que ce qui pourrait être favorable n'exercera qu'une très-faible influence, tandis que ce qui serait contraire pourra produire les plus fâcheux effets. C'est ce que nous expliquerons dans le troisième chapitre.

Nouvelles observations sur les volumes et les vitesses des eaux coulant autrefois dans nos fleuves. — Enfin, dans cet ordre de considérations, on a cherché à nous mettre en contradiction avec nous-même, on a cité une de nos observations, on a reproduit nos propres paroles et on en a tiré une conclusion contraire à nos doctrines, mais dans ce cas, la citation est fort incomplète, et il nous sera facile de faire voir que si la critique a cru un instant triompher, il y a plus d'illusion que de réalité dans cette victoire.

« Une observation très-remarquable, a-t-on dit, faite par
» notre antagoniste lui-même, vient, ce nous semble con-
» firmer jusqu'à un certain point l'exactitude de nos calculs :
» il n'est pas nécessaire, dit M. Vallès, de recourir à de
» minutieuses recherches historiques pour conclure à peu
» près à coup sûr que si des villes comme Moulins, Nevers,
» Orléans, Tours, Angers, Nantes ont pu s'établir, se déve-
» lopper et conquérir leur prise de possession sur les points
» où elles se trouvent aujourd'hui, c'est que sans doute
» elles n'ont pas éprouvé, dans les périodes anciennes et
» surtout aux époques de leur création, les assauts redou-
» tables auxquels elles sont en butte de nos jours et qui
» semblent devenir de plus en plus destructeurs. »

On conclut de là que, dans notre pensée même, les inondations de la Loire sont plus fortes aujourd'hui qu'anciennement, et on ne manque pas de faire observer que les étendues boisées étant autrefois plus considérables, il faut nécessairement admettre que le déboisement a été la cause d'une augmentation dans l'intensité des crues.

Or, quand nous avons avancé que les villes ci-dessus

énumérées n'avaient pas éprouvé, dans les périodes anciennes, *les assauts redoutables* auxquels elles sont en butte de nos jours et qui semblent devenir de plus en plus destructifs, est-ce à dire pour cela que nous ayons prétendu que les masses d'eau qui forment aujourd hui les inondations sont plus considérables que celles d'autrefois? Nullement, nous avons seulement exprimé l'opinion qu'aujourd'hui ces villes sont plus menacées que par le passé, et en parlant des assauts qu'elles subissent, ce n'est pas au volume des eaux que nous avons fait allusion, mais à leurs vitesses et à leurs hauteurs, ce qui n'est pas la même chose. En effet, pour se rendre un compte exact du sens qu'on doit attribuer au passage qu'on a reproduit, il ne faut le séparer ni de ce qui le précède, ni de ce qui le suit. Or, voici ce qui précède :

« La voie suivie jusqu'à ce jour se borne à peu près » exclusivement à endiguer longitudinalement les rivières, » c'est-à-dire à faire des travaux qui ont pour objet de con- » centrer de plus en plus le cours des eaux dans un espace » limité, à augmenter, par conséquent, leurs vitesses d'écou- » lement, à leur faire prendre plus sûrement et plus fré- » quemment que par le passé des hauteurs inaccoutumées. »

C'est immédiatement après ces lignes que vient le passage reproduit, et leur lecture ne peut laisser aucun doute sur la nature des assauts dont nous avons voulu parler. Ces assauts résultent évidemment, selon nous, de la création des digues; or, cette création est à coup sûr sans influence sur les masses d'eau fournies par la pluie et conduites par les versants dans le cours du fleuve, mais elle en a une très-directe sur leurs actions agressives, quelle que soit leur abondance. La question des volumes reste donc tout entière. Au reste, y aurait-il encore à ce sujet quelque hésitation dans les esprits qu'elle serait promptement dissipée, ce nous semble, par les assertions très-explicites qui viennent à la suite de ce passage.

« Nous ne voulons pas dire pour cela que ces pays n'ont
» pas été anciennement inondés, nous n'affirmons pas non
» plus qu'ils l'ont été moins souvent et sous des hauteurs
» moindres que celles que nous observerions aujourd'hui,
» si, les digues n'existant pas, les crues pouvaient s'épan-
» dre librement ; mais ils l'ont été sans trop de violence et
» avec des vitesses sensiblement moindres que celles qui
» sont provoquées de notre temps par l'établissement et
» surtout par la rupture des digues. Dans ces circonstances,
» les désastres des crues ont été de peu de chose, leurs
» bienfaits ont été immenses, et l'inondation, en assurant
» la fertilité des terres, a été la meilleure garantie de la
» prospérité des villes. »

On ne saurait donc révoquer en doute que, dans notre pensée, tout en admettant que les volumes d'eau anciennement conduits par nos fleuves ont pu être plus considérables que ceux d'aujourd'hui, les crues, toutefois, et leurs assauts ont été moins redoutables par le double motif que n'étant pas limitées par des digues, elles s'élevaient moins haut et prenaient des vitesses moins offensives. Voilà seulement ce que nous avons voulu dire et ce que nous avons dit.

Il est vrai que l'on insinue qu'il n'est pas prouvé qu'il n'y avait pas à ces anciennes époques des digues de cette espèce.

Certes nous ne saurions nous porter garant qu'il n'y a pas eu jadis en tel ou tel autre point de la Loire quelques digues : mais que l'endiguement eût alors le développement qu'il a acquis de nos jours, c'est un point sur lequel l'histoire de nos travaux publics ne permet pas la plus légère hésitation. Sans parler des ouvrages exécutés de nos jours et sous les yeux de la génération présente, qui ne sait que ce fut sous le ministère de Colbert, et à l'exemple de ce qui s'était fait en Hollande que le système des levées et turcies de la Loire fut amplement développé sur ce fleuve et sur d'autres cours d'eau, notamment le Drac, dans l'Isère ?

« En appliquant 80 000 livres tous les ans aux turcies et » aux levées de la Loire, écrit Colbert à M. Nointel, intendant, nous parviendrons, dans peu de temps, à rendre ces » levées d'une telle sûreté et solidité, que les entretènements en seront bien plus faciles et d'une moindre dépense. » Ce passage montre avec quelle constance Colbert a poursuivi le système de l'endiguement. Or, si l'on transforme en valeur de notre époque les 80 000 livres d'alors, et si l'on a égard à cette circonstance que Colbert a tenu pendant quinze ans les rênes de l'administration, on demeurera convaincu que, sous ce ministre, des sommes très-importantes ont été consacrées à ces travaux, qui ont dû dès lors recevoir un développement tout à fait inconnu aux époques antérieures.

On insiste cependant et l'on dit : « Mais en supposant » qu'il n'y eût pas à cette époque des digues de cette espèce, pourquoi les bourgeois des villes que nous venons » de nommer se sont-ils décidés à en construire? Était-ce » pour se défendre contre un fleuve imaginaire. »

La réponse à cette question est des plus faciles. De ce que les inondations de la Loire n'étaient pas aussi redoutables anciennement qu'aujourd'hui, il ne s'ensuit pas que même avec ce degré de moins de violence, elles ne produisissent pas de mal, et qu'on dût les considérer comme un fléau imaginaire. La submersion des terres et la destruction des récoltes dans une vallée était un dommage trop grave, trop étendu, frappant un trop grand nombre d'individus, pour qu'on ne se préoccupât pas de rechercher les moyens propres à l'éviter, surtout quand on ne réfléchissait pas, et combien de personnes n'y réfléchissent pas même de nos jours, que les limons des crues étaient de nature à compenser les années suivantes, un mal momentané. Essayer de mettre de vastes surfaces à l'abri des inondations était donc une idée toute naturelle, qui avait dû se présenter depuis longtemps aux intéressés, et qui a donné

naissance au système d'endiguement. Nous dirons même qu'en principe ce système n'offre rien que de très-rationnel, et qu'il aurait parfaitement réalisé le but qu'on se proposait d'atteindre, si l'on avait pu parvenir à rendre les digues indestructibles et insubmersibles, mais c'était là une condition sur laquelle l'expérience seule pouvait apprendre quelque chose. Or à l'origine, on n'avait aucun moyen d'être éclairé sur ce point; il est même probable que tant que le système ne fut pas près d'être développé au point où nous le voyons aujourd'hui, les premiers essais durent paraître très-satisfaisants; en effet, quelques digues isolées, construites de loin en loin sur le cours d'un fleuve, sont en général une protection très-efficace pour les terrains qu'elles enclosent, parce que leur petit nombre ne peut que très-légèrement modifier le régime de ce fleuve, et n'introduit que d'insignifiantes augmentations dans les vitesses et les hauteurs des eaux. Mais, plus la construction des digues s'est propagée, plus leur action sur le fleuve a pris de puissance, et plus la réaction de celui-ci à son tour sur les digues est devenue énergique; de là des ruptures et des submersions fréquentes, générales, inévitables aujourd'hui, tandis qu'anciennement, et pendant assez longtemps, elles ont pu n'être qu'une exception.

Nous n'insisterons pas plus longtemps sur ces considérations; nous croyons en avoir assez dit pour démontrer qu'en ce qui concerne la Loire, il est impossible de déduire de nos paroles la conclusion que l'on a voulu y voir. Au reste, ce que nous venons d'expliquer au sujet de ce fleuve s'applique également à toutes les vallées dans lesquelles le système d'endiguement a été mis en pratique; les inondations peuvent y atteindre des hauteurs plus élevées, et y occasionner des effets plus désastreux que par le passé, sans que pour cela les volumes d'eau qui les produisent soient plus considérables, parce que ces hauteurs et ces désastres ne proviennent pas seulement des masses liquides

affluentes, mais surtout de la concentration du lit entre les digues, qui exhausse les niveaux et accélère les vitesses. Ainsi, quant aux volumes comparatifs des écoulements superficiels d'aujourd'hui ou d'autrefois, il n'y a rien à conclure des plus grandes hauteurs et des plus grandes violences des inondations dans les vallées endiguées. Mais si, dans certaines rivières, et malgré les endiguements, les eaux ne s'élèvent pas, dans ce siècle, aussi haut que dans le siècle précédent; si ces eaux, tout en produisant des actions plus destructrices, se maintiennent à des niveaux relativement moindres, oh! certes, alors la conséquence qu'on en pourra déduire, au sujet d'une diminution des masses liquides, aura reçu une double confirmation et deviendra une vérité inattaquable, et si, de plus, il est constaté que les bassins de ces rivières ont été soumis à l'influence continue du déboisement, comment ne pas admettre que c'est à cette même influence qu'il faut attribuer la décroissance des écoulements? Dans tous les cas, et alors même qu'on voudrait se soustraire à ce qu'il y a d'impérieux, selon nous, dans une telle conclusion, on serait du moins forcé de reconnaître qu'il est impossible de soutenir que c'est le contraire qui est arrivé, c'est-à-dire que la disparition des forêts a amplifié les débits.

Disons maintenant quelques mots de ce que l'expérience nous a appris à ce sujet.

Et d'abord, pour la Loire même, et en faisant abstraction de la nature plus grave des désastres, la considération des hauteurs absolues des crues vient remarquablement confirmer nos assertions. En effet, les eaux de ce fleuve se sont élevées à Tours, en 1755, il y a un siècle, à $7^{m}.40$, et jamais depuis cette époque, malgré le plus grand développement donné aux digues, cette hauteur n'a été dépassée.

Il n'y a pas sur la Garonne un système régulier et continu de digues comme sur la Loire; mais aujourd'hui un grand nombre d'ouvrages de cette nature ont été exécutés

par des propriétaires, et ce nombre va sans cesse en croissant. A cet égard, le libre épanchement du cours d'eau est beaucoup plus entravé en 1858 qu'il ne l'était vers le milieu du dernier siècle, et cependant, ainsi que nous avons eu occasion de le faire remarquer, page 315, l'inondation de 1770, mesurée à Agen par une hauteur de 10^{m}.56, n'a pas été dépassée depuis cette époque, la plus forte crue des temps modernes, en 1855, s'est élevée à 9^{m}.77.

« La fin de notre siècle, dit l'ingénieur en chef Baum-
» garten, qui a fait une étude si complète de l'hydrologie de
» cette vallée, a été pour la Garonne plus remarquable
» par les crues élevées que ces derniers temps, quoique
» aujourd'hui il y ait dans la plaine une plus grande quan-
» tité de mattes et de digues qui resserrent le champ des
» inondations et tendent à en élever le niveau, et que nos
» montagnes *soient plus déboisées* qu'il y a soixante à soixante-
» dix ans. »

Des faits non moins remarquables ont eu lieu dans l'Isère.

« Outre son resserrement local par plusieurs ponts, dit
» M. Dausse, cette rivière en a subi un presque ininterrompu
» sur plus de quinze lieues de longueur, rien qu'en amont
» de Grenoble (tant en Savoie qu'en France), par son en-
» diguement général. »

Or qu'est-il advenu pour les crues? M. Dausse va nous l'apprendre.

« L'Isère en a eu cinq dans le dix-huitième siècle : en 1711,
» 1733, 1740, 1764 et 1778. Dans notre siècle, elle a pré-
» senté deux crues, sinon aussi fortes, du moins encore
» trop mémorables : en 1816 et tout récemment (1856);
» la crue de 1816 est montée à Grenoble à 3^{m}.70; celle de
» 1856 vient de s'élever à 3^{m}.80; mais la crue de 1778 alla
» à 5^{m}.10. »

Elle fut donc supérieure de 1^{m}.40 et 1^{m}.30 à celles de nos jours.

« Et cependant, fait observer l'auteur, au lieu d'une
» plaine immense où la rivière faisait lac au moindre ac-
» croissement des eaux, elle n'a plus, entre d'énormes
» levées, qu'un canal étroit, dans lequel ses crues rega-
» gnent nécessairement en vitesse ce qu'elles ont perdu en
» largeur. »

Quant aux rivières que la main des hommes a laissées dans leur état naturel, elles conduisent toutes aux mêmes conséquences, à l'exception d'une seule, et nous profitons de cette occasion pour rétablir un fait dont nous n'avions pas connaissance au moment de l'impression de notre livre. Cette rivière est la Saône, dont la plus forte crue des siècles précédents ne s'est élevée qu'à 6m.80 à Châlons, tandis qu'en 1840 on a eu dans la même ville 7m.40.

A part cette unique exception, partout on retrouve des débits plus forts autrefois qu'aujourd'hui.

Le Tarn, à Montauban, s'est élevé, en 1773, à 10m.21; le Lot, à Cahors, est monté, en 1782, à 9m.03. Aucun débordement postérieur n'a atteint ces niveaux exceptionnels: le Rhin, à Cologne, a atteint, le 28 février 1784, l'énorme hauteur de 12m.40; or, depuis cette époque, le niveau le plus élevé a été de 8 mètres, le 26 décembre 1819.

M. l'ingénieur Monestier-Savignat, qui a fait avec beaucoup d'intelligence l'étude hydrologique de la vallée de l'Allier, nous apprend que ce fleuve est monté, à Coudes, en 1790, à 8m.50; les crues postérieures ont toujours donné des nombres inférieurs, savoir: 5m.97 en 1835, 7m.55 en 1846, 6m.70 en 1856.

Sur l'état forestier ancien et présent du bassin supérieur de la Seine. — Mais le phénomène le plus remarquable dans cet ordre d'idées, phénomène qui à lui seul doit faire naître des hésitations, même dans les esprits les plus prévenus, est celui que présente le mouvement des crues de la Seine, à Paris, depuis deux cent cinquante ans. Ici les observations sont plus nombreuses, plus détaillées que partout ailleurs;

depuis 1615 jusqu'à 1850, nous comptons quinze grandes crues, bien connues quant aux dates, parfaitement repérées quant aux niveaux, et dont nous avons donné la nomenclature à la page 476. Or si l'on prend la moyenne de ces crues par demi-siècle, voici les résultats auxquels on parvient :

	mètres.
De 1601 à 1650, hauteur moyenne des crues.	8.34
De 1651 à 1700	8.03
De 1701 à 1750	7.77
De 1751 à 1800	6.85
De 1801 à 1850	6.47

Eh bien ! malgré tout ce qu'il y a de péremptoire dans cette statistique des grandes crues de la Seine, non-seulement la critique n'est pas convaincue, mais elle a prétendu se faire une arme contre nous de ces mêmes faits, et y trouver une grande preuve, la meilleure preuve peut-être, de l'utilité des reboisements ; et qu'on ne s'imagine pas qu'en cette circonstance nous nous faisons illusion sur la nature de l'objection et sur l'importance qu'on a voulu lui attribuer. A cet égard, le doute n'est pas possible. Voici la reproduction textuelle de l'argumentation très-originale que nous trouvons dans les *Annales forestières* :

« La hauteur moyenne des crues de la Seine est en dé-
» croissance depuis deux cents ans, cela est vrai. Il n'existe
» pas en France de fleuve dont le débit soit plus régulier,
» plus constant, les débordements moins redoutables ; tout
» le monde est d'accord là-dessus. C'est grâce au déboise-
» ment, nous dit M. Vallès. Mais vous ignorez donc, répon-
» drons-nous à notre honorable adversaire, que le bassin
» de la Seine, au point de vue forestier, est précisément
» dans les conditions où nous demandons à replacer ceux
» des autres fleuves ? que sa partie supérieure est la contrée
» la plus boisée de France ? que le gouvernement l'a proté-
» gée plus qu'une autre contre les défrichements, parce
» qu'en raison de sa position il alimente presque exclusive-
» ment Paris en bois de chauffage ? M. Vallès ne pouvait

» certainement appeler notre attention sur un meilleur argu-
» ment en faveur de notre thèse. »

Ainsi il n'y a pas en France de fleuve dont le débit soit plus régulier, plus constant que celui de la Seine, dont les débordements soient moins redoutables, la critique le reconnaît ; elle déclare en même temps que la hauteur moyenne des crues de la Seine est en décroissance depuis deux cents ans. Mais à quoi cela tient-il ? disent nos adversaires. A des circonstances que M. Vallès ignore, à ce fait que le bassin de la Seine, au point de vue forestier, est précisément *aujourd'hui* dans les conditions où les partisans du reboisement demandent à replacer ceux des autres fleuves.

Voilà, certes, une explication fort commode ! Il y a un vieux proverbe qui dit : après la pluie le beau temps. Fi donc, répondent nos adversaires, la preuve qu'il n'a pas plu hier, c'est qu'il fait beau aujourd'hui. Jusqu'à ce jour on a considéré le présent comme une conséquence du passé. Erreur, disent-ils encore, c'est au contraire le passé qui est une conséquence du présent. Avec de si rudes jouteurs, la controverse, en vérité, marche à grands pas vers l'excentricité.

Nous sommes enchanté pour notre part qu'au point de vue forestier, le bassin de la Seine se trouve aujourd'hui dans les conditions mêmes qui conviennent à nos adversaires ; tout le monde est donc satisfait sur ce point. Mais, demanderons-nous, est-ce par suite d'un état stationnaire, par suite de reboisements ou enfin par suite de déboisements que ces conditions tant désirées sont actuellement réalisées ? C'est là qu'est la question.

Si au point de vue forestier les choses sont restées en l'état où elles étaient il y a deux cent cinquante ans, nous nous trouvons en présence d'un phénomène de physique terrestre à peu près inexplicable, car il faudra nous faire comprendre comment, alors que rien n'a changé sur le sol, alors qu'il est reconnu que la quantité de pluie a plutôt augmenté

que baissé, il a pu se produire de si grandes modifications dans le régime hydraulique, que la moyenne des grandes crues ait pu descendre de 8m.34 à 6m.47, fait d'autant plus surprenant qu'il constituerait une véritable et unique exception, puisque le résultat de toutes les observations faites jusqu'à ce jour a été que là où l'état général des cultures n'a pas éprouvé de changement, on n'en a pas observé non plus dans l'alimentation des lacs et des fleuves, par les écoulements naturels de surface.

D'ailleurs, dans ce cas, la question de l'influence des forêts sur le régime hydraulique d'un pays reste tout entière, et à la place d'une affirmation ou d'une négation nous ne trouvons que le doute.

Que si l'état actuel forestier est une conséquence de reboisements, nul doute alors que c'est nous qui avons tort; s'il est reconnu au contraire qu'il faut l'attribuer à des déboisements, ne faudra-t-il pas en conclure que les arbres en disparaissant diminuent les intensités des écoulements consécutifs à la pluie?

Ainsi, depuis deux siècles et demi a-t-on reboisé ou a-t-on déboisé dans le bassin de la Seine? Telle est l'alternative au sujet de laquelle il faut faire un choix.

Quant à nous, dans toutes les localités que nous avons visitées pendant trente ans d'exercice de nos fonctions, si nous avons vu planter quelques bois, nous en avons vu abattre en bien plus grande quantité. Au reste, s'il n'en était pas ainsi, les plaintes de nos adversaires sur la disparition incessante des forêts, seraient un non-sens. Nous voulons bien que dans l'intérêt de l'approvisionnement de Paris, le bassin de la Seine ait été plus respecté que les autres, mais il n'a pas échappé à la loi commune, surtout pendant les époques où l'unité administrative n'existait pas. Nous n'avons pas les moyens de produire ici des relevés statistiques des bois qui ont pu disparaître dans ce bassin, mais si les évaluations numériques nous manquent, le fait même

du déboisement s'est traditionnellement transmis de génération en génération, et nous ne doutons pas que si l'on voulait reconstituer l'ancien cadastre de la France, de nombreux documents vinssent attester cette vérité. Au reste, les hommes qui ne se sont pas bornés à faire des observations superficielles sur cette partie de notre territoire, qui l'ont spécialement étudiée au point de vue de l'hydrologie, de la perméabilité, de l'état des cultures, ont été inévitablement conduits à cette conséquence que de nombreux déboisements ont été opérés, même dans la partie du bassin de la Seine située en amont de Paris.

« Dans la formation de la grande oolithe du bassin de la » Seine, dit M. Belgrand, le sol à peu près dépourvu de » terre végétale est composé de débris rocailleux décomposés » par la gelée. Le pays est si exposé à l'action du froid que » *les bois qui couvraient primitivement le sol ont tous été* » *successivement détruits.* »

Or qu'on veuille bien remarquer que si, au point de vue des écoulements de surface, il y a peu de différence entre le sol dénudé ou boisé des formations granitiques ou liassiques, parce que celles-ci sont très-peu perméables, il n'en est plus de même pour l'oolithe qui par elle-même constitue un terrain tellement absorbant qu'ainsi que l'a observé M. Belgrand, pour le bassin de la Seine, et que nous l'avons constaté nous même pour ceux du Lot et de l'Aveyron, les écoulements y sont à peu près nuls, même après la chute des plus fortes pluies.

Dans ce cas, le déboisement d'un pareil sol peut changer du tout au tout la faculté absorbante, et au bout d'un certain temps l'éteindre presque en entier.

Dans le bassin de la Seine plus que dans les autres bassins, tout est parfaitement disposé pour que la destruction des forêts pratiquée sur des étendues de terrain relativement très-faibles produise des diminutions considérables dans les quantités d'eau qui affluent à Paris. Cela tient

d'une part à la vaste surface qu'y occupent les terrains très-perméables et en second lieu à la disposition de ces terrains suivant un arc de cercle dont Paris est le centre.

Il résulte en effet de cette double circonstance que d'une part dans cette localité plus que partout ailleurs la perméabilité naturelle du sol, paralysée par la culture forestière, peut être facilement reproduite et considérablement amplifiée par le déboisement, que d'autre part, la conséquence de cette amplification est l'absorption de masses liquides devenues désormais inoffensives, mais d'autant plus dangereuses autrefois qu'également distantes de Paris à leur point de départ, elles devaient y arriver presque toutes au même instant; circonstance éminemment fâcheuse au point de vue du regonflement des rivières.

Ce serait peut-être ici le lieu de montrer, à l'aide de quelques applications numériques, combien dans le bassin de la Seine les déboisements des terrains très-perméables opérés sur des étendues même assez limitées, influent sur la hauteur des crues à Paris. Mais, notre intention étant de traiter cette question dans la suite de cet écrit pour toutes les sortes de terrains et avec tout le soin qu'elle comporte, nous ajournons quant à présent les détails de ces calculs. Bornons-nous à dire ici qu'un déboisement dans l'oolithe de 100 000 hectares tout au plus, la quarante-troisième partie du bassin de la Seine en amont de Paris, aurait très-probablement fait subir à la fameuse crue de 1658 mesurée par une hauteur de $9^{m}.14$ une diminution de $1^{m}.65$, et l'aurait ramenée à très-peu près à n'avoir plus que l'intensité de celle de 1802. Nous ne tarderons pas à présenter la justification complète de ce résultat.

En résumé, il ne saurait être raisonnablement contesté que, dans les siècles précédents, des déboisements ont eu lieu dans le bassin supérieur de la Seine, la tradition l'atteste, et si la controverse devait sérieusement s'établir sur ce point, nous ne doutons pas que de nombreux documents

ne pussent être produits à l'appui de notre affirmation. De plus, les hommes qui ont observé et étudié le pays constatent que c'est surtout dans les terrains les plus perméables que les bois ont été détruits et ils en donnent les raisons. or, comme pendant toute cette période les écoulements de surface ont de plus en plus diminué, il n'est pas possible, ce nous semble. d'échapper aux conséquences qui résultent inévitablement de ces faits.

Non, cette décroissance si remarquablement continue du niveau d'eau, coïncidant à tel point avec les déboisements qu'elle semble en quelque sorte en donner la mesure, ne doit point passer inaperçue; et si l'on ne veut pas y voir la preuve manifeste de l'influence de la culture, pour diminuer les débits à la surface du globe, elle s'élèvera tout au moins, comme un argument à peu près irréfutable, contre l'opinion qui voudrait au contraire attribuer une pareille diminution à la présence des forêts.

Ainsi, dans l'ancien comme dans le nouveau monde, un imposant ensemble de grands faits naturels intervient dans le débat : dans les lacs d'Amérique et d'Europe, les niveaux baissent avec le déboisement, s'élèvent avec la réapparition des forêts, restent constants lorsque la proportion des bois et des champs ne change pas.

Dans nos fleuves, les débits subissent d'incontestables diminutions, coïncidant avec la réduction des surfaces forestières; et, même lorsque la main des hommes est venue dans quelques vallées contrarier le cours des eaux par de dangereux endiguements, les regonflements artificiels produits par ces travaux n'ont pas toujours suffi pour effacer la trace de cette remarquable et persévérante décroissance.

Tels sont les faits qui ont entraîné nos convictions; et si, après tout cela, il fallait cependant considérer comme constant que nous sommes dans l'erreur, on reconnaîtra du moins qu'il n'y a eu dans cette erreur ni préméditation ni mauvaise volonté.

CHAPITRE III.

DU DÉBOISEMENT ET DU REBOISEMENT AU DOUBLE POINT DE VUE DES INONDATIONS ET DU RAVINEMENT DES TERRES.

Le reproche qu'on nous adresse d'être systématiquement hostile aux forêts n'est pas fondé. — Parce que nous avons cherché à démontrer que le reboisement serait non-seulement inefficace, mais dangereux au point de vue des inondations, quelques esprits ont voulu nous présenter comme un homme essentiellement et systématiquement hostile à cette opération, et, se méprenant, volontairement ou non, sur nos véritables intentions, ils nous ont reproché d'avoir voulu refuser au reboisement toute utilité sociale. Ces récriminations n'ont pas seulement le défaut d'être peu bienveillantes, elles sont injustes. Dans un ouvrage intitulé *Études sur les inondations*, de quel objet devions-nous surtout nous occuper? N'était-ce pas principalement de l'importance que peuvent prendre les écoulements de surface sur telle ou telle autre nature de terrain dépendant soit de sa constitution géologique, soit de l'état des cultures? C'est là ce que nous avons fait, et si, à la suite de nos recherches, nous avons été conduit à prononcer une condamnation contre les forêts, ce n'est pas en dehors des considérations hydrologiques qu'il faudrait vouloir l'appliquer; agir autrement ce serait sans contredit donner à notre pensée une étendue qu'elle n'a jamais eue, ce serait nous faire sortir des limites dans lesquelles nous nous sommes renfermé dans notre ouvrage. Or, en dehors de ces limites, il n'y a plus pour nous de responsabilité.

D'ailleurs, et comme par une sorte d'intuition du reproche qu'on nous adresse ici, nous nous sommes assez catégoriquement expliqué à ce sujet pour faire comprendre à ceux qui nous auront lu sans prévention que si le reboisement n'a pas, selon nous, la vertu d'être un remède contre les inondations, nous ne lui avons pas refusé la faculté de

pouvoir être utile à d'autres égards. Ce serait être injuste ou tout au moins aveugle que de se refuser à reconnaître que pour certains sols et surtout en pays de montagne nous n'avons nullement nié les avantages qu'il peut offrir pour prévenir l'enlèvement des terres. « Il faudrait donc, avons-nous » dit page 423, au point de vue du reboisement se rejeter » sur les terres dites incultes et à pentes rapides, et il se » pourrait qu'il y eût en effet avantage, dans certains cas, » à les utiliser pour des bois, mais plutôt dans le but de li» miter les ravinements que dans celui de mettre obstacle » aux inondations. »

Et plus loin, page 431 : « qu'on se borne donc à deman» der le reboisement des sommets et des pentes incultes, » nous le voulons bien ; mais moins encore au point de vue » de diminuer la masse et le débordement des eaux qu'à » celui d'empêcher le ravinement des terres. Si c'est ainsi » que l'ont entendu les propagateurs de ce système, nous » n'hésitons pas à nous joindre à eux. »

Si, de ces considérations qui puisent leur valeur dans le texte même de ce que nous avons écrit, on passe à celles qui sont relatives, non plus à la lettre, mais au sens intime de nos appréciations, on ne fera pas difficulté, nous l'espérons, de reconnaître qu'il y aurait injustice à soutenir que nous avons nié l'heureuse influence du reboisement pour arrêter l'entraînement des terres. N'avons-nous pas invoqué, en effet, pour prouver que sur le sol des forêts les écoulements de surface sont plus abondants que sur les terrains cultivés, la propriété qu'a ce sol d'être plus battu, plus ferme, plus compacte que ceux qui sont livrés à la charrue? N'avons-nous pas dit que le développement des racines comprime incessamment la terre qui les entoure? que la couche de débris végétaux accumulée sur ce sol rend celui-ci plus imperméable et plus inattaquable, et présente aux eaux une surface unie sur laquelle elles agissent par voie de glissement plutôt que par celle de corrosion?

Or toutes ces propriétés n'ont-elles pas le double caractère de présenter plus de résistance de la part des terres contre l'action des eaux et moins d'énergie dans les forces vives de celles-ci pour détruire et entraîner les terres? Notre manière d'interpréter les phénomènes, bien loin d'exclure la propriété que possèdent les forêts d'être conservatrices du sol sur lequel elles s'élèvent, nous paraît, au contraire, résumer en elle les arguments les plus décisifs en faveur de cette idée de protection dont on prétend cependant trouver la condamnation dans notre écrit.

Les mots, nous l'avons dit ailleurs, ont une grande influence sur les idées, à tel point que si l'on n'y prend garde, ils nous entraînent malgré nous vers le faux, quoique nous ayons l'intime conviction que nous sommes restés dans le vrai; parce que, selon nous, les écoulements sont plus abondants sur les terrains boisés, on semble vouloir en conclure que dans notre pensée ils sont plus destructeurs de ces terrains. C'est là une grave erreur. Des torrents de liquide jetés sur une plaque de marbre ne la sillonneront pas, tandis que le plus petit filet d'eau, coulant sur le sable, y produira infailliblement des déformations de surface. Ce n'est donc pas seulement le volume d'eau versé qu'il faut prendre en considération, c'est aussi l'état de résistance des corps sur lesquels il coule qu'il faut faire intervenir dans le débat.

La grande mobilité dont jouissent les particules des terres labourées facilite, sous l'action des courants, leur déplacement, et devient une cause très-efficace de la formation des ravins qu'on y remarque; le liquide tombé sur les parties environnantes de ces ravins s'y concentre de plus en plus et acquiert ainsi une grande force de destruction en vertu de laquelle la section de ces ravins peut augmenter considérablement à mesure que la descente s'opère.

Sur les forêts, au contraire, les ravins ne se forment pas; en vertu de la résistance du sol, l'eau y glisse sur

chaque point en petits filets séparés dont les volumes, s'ils étaient réunis, quoique plus abondants que ceux qui coulent, pour des surfaces égales, sur les sols cultivés, ne peuvent, en vertu de leur extrême division, exercer aucune action agressive sur un sol d'ailleurs plus résistant.

Voilà ce qui a lieu dans la traversée même des eaux fournies par la pluie, soit sur les terrains boisés, soit sur les terrains cultivés : sur les premiers, absorption presque nulle, plus grande abondance d'eau coulant sur la surface, mais aussi plus grande dispersion de cette eau, atténuation considérable dans la concentration des forces vives, résistance plus énergique du sol à l'érosion ; sur les seconds, absorption constante et quelquefois très-énergique ; diminution du volume total d'eau courant à la surface, mais concentration de celui-ci sur certaines lignes d'écoulement, et par suite entraînement des terres facilité par l'état de division que provoque le travail de la charrue.

Mais si, dans leur passage sur les terrains boisés et sur ceux qui ne le sont pas, les eaux versées par la pluie produisent des effets actuels et locaux moins offensifs dans le premier cas que dans le second, la question est tout autre lorsqu'il s'agit d'apprécier les effets ultérieurs auxquels ces eaux donneront naissance lorsqu'après s'être rendues dans leurs thalwegs respectifs, elles arriveront dans les parties inférieures des vallées où se concentrent les vastes amoncellements de liquide, où se manifestent les inondations proprement dites.

A ce point de vue, moins il aura été absorbé d'eau par les terrains supérieurs, plus par conséquent aura été considérable la proportion de celle coulant à la surface, plus aura été grande sa facilité d'écoulement et plus aussi la concentration du liquide en aval sera amplifiée, plus les débordements seront rendus faciles et dangereux. Or c'est là ce que produisent les forêts, par le triple motif que les eaux, n'y subissant pas d'absorption, y coulent plus abondantes,

qu'elles y glissent avec plus de rapidité ; qu'après les avoir parcourues, elles arrivent aux thalwegs incomparablement plus pures et plus limpides, et dépourvues de cette masse de débris terreux qui contribuent puissamment à amortir leur vitesse ultérieure de transmission.

Voilà la part qu'il faut soigneusement faire entre les effets des écoulements consécutifs à la chute de la pluie. Considérés sur les terrains mêmes qui reçoivent la pluie, ils sont sans contredit plus destructeurs sur le sol cultivé que sur celui des forêts ; il y a là un effet de ravinement que la charrue amplifie et que les arbres empêchent ; mais considérés après leur traversée sur ces deux natures de terrains, étudiés au point de vue des affluences d'eau qu'ils provoquent ailleurs, dans les lieux éloignés de leur point de départ et que leur altitude plus basse met sous leur sujétion, les choses changent du tout au tout, et, à ce point de vue, l'existence de forêts supérieures peut, dans certains cas que nous allons examiner, devenir la source des plus grandes calamités.

Telle est la distinction qu'on paraît n'avoir pas su faire dans notre écrit, distinction qui résulte cependant avec une grande évidence, ce nous semble, non-seulement de nos paroles, mais de la nature même des théories que nous avons développées.

Dans l'hypothèse, admise par quelques esprits plus réfléchis, où l'administration forestière se bornerait à demander que, sur les 53 millions d'hectares dont se compose la surface de la France, 1 200 000 seulement, 1/45 de la totalité, soient rendus aux forêts, nous ne trouverions rien que de très-modeste dans cette demande, et y aurait-il dans une telle opération quelques inconvénients, au point de vue des inondations, qu'il faudrait bien en prendre son parti, parce que, d'une part, cette mesure, maintenue dans les limites que nous venons d'assigner, et appliquée d'ailleurs à certaines natures de terrains, ne saurait développer ces

inconvénients sur une très-grande échelle ; parce que, d'autre part, lorsqu'il s'agit des intérêts sociaux, on ne doit pas les apprécier à un point de vue exclusif, et il faut savoir faire tout entrer en ligne de compte. Mais, ce n'est pas ainsi que la question a été posée dans le gros du public qui ne pense à rien moins qu'à doubler l'étendue du sol forestier et à faire ainsi occuper par des bois, non-seulement le 1 200 000 hectares que nous venons de signaler, mais encore 7 à 8 millions de plus.

Il faut même reconnaître qu'une fois qu'on admet le principe que le reboisement doit servir à diminuer l'intensité des inondations, on se trouve nécessairement entraîné, si l'on veut arriver à quelque chose d'efficace, à appliquer cette opération sur d'immenses étendues de terrain, et dès lors les prétentions du public en cette matière ne présenteraient rien que très-logique. Le point de départ serait toujours faux, selon nous, mais il n'y aurait aucun reproche à élever contre la légitimité de la conclusion.

Les vues théoriques qu'on nous oppose sont hostiles à l'idée de faire servir à la fois le reboisement contre les inondations et contre le ravinement des terres. — Cet ordre de considérations nous paraît d'une trop grande importance pour que nous ne nous appliquions pas à le développer ici. Une discussion à ce sujet est d'autant plus nécessaire que si l'on adoptait les vues théoriques qu'on a opposées aux nôtres pour expliquer l'influence qu'exercent les forêts soit sur les quantités de pluie qui tombent, soit sur les écoulements de surface qui sont consécutifs à sa chute, il faudrait, d'une part, ainsi que le demande le public, couvrir de bois des superficies considérables et, d'autre part, il faudrait planter ces bois moins encore sur les origines élevées des vallées que dans leurs parties basses et jusqu'à leur débouché vers la mer. Or, l'État à tout intérêt à connaître, s'il se détermine à replanter, quelle sera l'utilité intégrale de cette opération suivant qu'on l'appliquera sur telle ou telle

étendue, à tel ou tel terrain, à telle ou telle altitude (*).

La question devient complexe, en effet, lorsqu'on envisage le reboisement non pas seulement au point de vue des inondations, mais encore à celui de l'entraînement des terres. Or, il ne nous sera pas difficile de démontrer que, d'après les théories de nos adversaires, ce qu'il faudrait mettre en pratique dans un cas, n'est plus ce qu'il conviendrait de faire dans l'autre; que là où il faudrait reboiser, pour s'opposer aux inondations il n'y a guère de ravinement à craindre, que là où les bois seraient utiles pour empêcher l'enlèvement des terres, ils seraient innefficaces contre les inondations. C'est ce que nous allons expliquer.

Selon notre manière de voir, ce n'est pas parce que les forêts ont la propriété d'attirer de plus grandes quantités de pluie que ne le font les champs cultivés, qu'elles favorisent les inondations. Nous avons dit et nous croyons avoir prouvé qu'au contraire il pleut plus sur les champs que sur les bois; selon nous, toute leur fâcheuse influence pour grossir l'afflux des eaux dans les vallées doit être attribuée à ce que la surface compacte et presque constamment humide sur laquelle s'élèvent les arbres, fait disparaître la faculté absorbante du sol en même temps que cette surface par sa fermeté et son uni plus grands que partout ailleurs, facilite l'accélération des écoulements.

D'après nos adversaires au contraire, c'est l'inverse qui a lieu: les arbres, disent-ils, attirent la pluie, tandis que les eaux qui coulent sur le sol forestier y sont arrêtées par mille obstacles. D'ailleurs, pour laisser à la critique toute son importance, citons ses propres explications.

« Quelle est la cause principale des inondations? La

(*) Nous devons faire remarquer au lecteur que le présent écrit a été adressé à la commission des *Annales* le 21 février 1859, c'est-à-dire à une époque où les intentions du gouvernement sur le reboisement des sommets montagneux n'étaient pas encore connues.

» chute, dans un temps donné, d'une quantité considérable
» d'eau sur les plateaux et les flancs des Vosges, du Jura,
» des Alpes, des Cévennes. des Pyrénées et de leurs contre-
» forts. D'où provient cette eau? Des vapeurs océaniques
» apportées sur l'aile de certains vents et condensées sous
» forme de pluie ou de neige, surtout par l'abaissement de
» température de ces montagnes. Si donc l'on admet qu'une
» forêt, refroidissant l'air ambiant, est une cause de pluie,
» il devient évident que *plus il y aura de massifs forestiers*
» *entre les grèves de l'Océan ou de la Méditerranée, et le pied des*
» *montagnes que nous venons de nommer*, et moins il pleuvra
» ou neigera sur ces montagnes. Pour nous servir d'une
» image analogue à celle employée par notre honorable
» adversaire, certains vents ont principalement pour mis-
» sion de porter de l'eau des plaines océaniques aux points
» élevés des continents. Chemin faisant, il se manifeste des
» fuites dans leurs réservoirs, mais ces fuites sont d'autant
» plus nombreuses et larges, le coulage est d'autant plus
» grand, et par suite la provision d'eau qu'ils possèdent
» encore au terme de leur course d'autant plus petite,
» qu'ils auront rencontré plus de forêts sur leur route. On
» peut ne pas être d'accord sur la question de savoir si la
» quantité de pluie est plus considérable sur un terrain
» boisé que sur un sol dénudé; mais une fois que l'on s'est
» prononcé pour l'affirmative, il ne nous paraît pas possible
» de contester l'influence heureuse, au point de vue des
» inondations, *des massifs que les vents marins rencontrent*
» *avant d'arriver à nos montagnes.* »

Nous pourrions d'abord faire remarquer que si, au point de vue théorique où se placent nos adversaires, l'existence de forêts entre la mer et les montagnes est de nature à diminuer les quantités d'eau versées sur les plateaux élevés où nos fleuves prennent leur source; d'un autre côté, elle provoquera dans les pays où ces forêts seront situées des chutes plus ou moins abondantes de pluie; on aura ainsi

diminué les crues du haut pays, mais en même temps on aura provoqué et grossi celles de la partie moyenne et inférieure des vallées. Dira-t-on que ce dernier inconvénient est peu à redouter? Nous répondrons qu'il n'y a rien de certain dans cette assertion et que tout dépendra de l'intensité avec laquelle agiront les forêts pour soutirer la pluie, intensité au sujet de laquelle on ne présente rien de précis. Admettons d'ailleurs qu'en cette matière l'important soit, en effet, d'empêcher qu'il pleuve trop sur les sommets, qu'en devra-t-on conclure? Que puisque d'après les idées qui nous sont opposées les forêts appellent la pluie, il faudra non-seulement les multiplier dans les moyennes et basses altitudes, mais encore se bien garder d'en placer sur les montagnes, où, selon la critique, elles attireraient des amas d'eau considérables.

Ainsi, si les forêts sont utiles pour diminuer les inondations, dans le sens où l'entendent nos adversaires, il faudra les placer dans les plaines basses, et les proscrire sur les sommets; cette conséquence nous paraît inévitable. Mais alors ne serons-nous pas en droit de conclure que proposer le reboisement pour conjurer les dangers des inondations, c'est se l'interdire pour arrêter le ravinement des terres, de telle sorte que ce ne sera plus, comme l'entendent les esprits sensés, sur les sols à peu près incultes, sur les sommets et sur les pentes rapides qu'il faudra chercher à pratiquer cette opération; mais sur les parties de notre territoire où se rencontre la plus grande fertilité, sur celles où l'entraînement des terres par les eaux n'est nullement à redouter, sur celles enfin où germe et mûrit la plante alimentaire par excellence. Dès lors toutes nos incertitudes sur la conservation future du reboisement, toutes nos craintes sur le fâcheux effet de la transformation de champs en forêts, ne seront-elles pas en droit de se réveiller?

A ce sujet, on a traité nos appréhensions de chimériques; on a même été plus loin, on a essayé de faire prendre le

change sur notre pensée, et l'on nous a volontiers comparé à certain préfet, fort peu expert, qui s'étonnait que des coupes annuelles n'exterminassent pas les forêts, comme il se serait étonné, sans doute, qu'après la tonte d'une année, on retrouvât encore de la laine sur le dos des moutons à la Saint-Jean suivante. Sans avoir la prétention d'être fort riche en connaissances forestières, nous croyons cependant en posséder assez pour faire la différence entre des abatages annuels, provenant d'aménagements préparés d'avance, et la suppression radicale d'une forêt. Mais la question est de savoir si, après un reboisement considérable pratiqué dans de bons terrains, ce serait la première de ces opérations, l'exploitation seule qui serait maintenue, ou si, comme on l'a fait dans les siècles précédents, on n'en viendrait pas encore une fois à détruire en très-grande partie ce qu'on aurait reconstitué. Or, autant nous sommes disposé à admettre le système de la conservation pour le cas où des propositions sagement modérées seraient admises, autant nous sommes éloigné d'y croire pour le gigantesque reboisement que demande le public.

Il n'y a pas plus de justice, qu'on nous permette de le dire, à nous adresser le reproche de ne vouloir estimer la quantité des récoltes en céréales que par celle des terres consacrées à cette culture. Nous n'en sommes pas à ignorer que l'approvisionnement annuel en blé d'un pays est égal au produit des surfaces ensemencées par le taux du rendement de ces surfaces, que par conséquent on pourra quelquefois obtenir davantage sur une étendue moindre que sur une étendue plus grande. Les citations que nous avons faites de l'opinion de M. Hervé-Mangon, pages 135 et 136, au sujet des irrigations, ne laissent aucun doute à cet égard ; seulement, sans nier l'utilité de la conversion en bois d'une partie des terres à blé d'une ferme, nous croyons qu'au point de vue d'un plus abondant rendement des céréales, il y aurait moins d'avantage à planter qu'à opérer cette trans-

formation en prairies qui nous donneraient à la fois plus de grains et plus de viande.

Ainsi, la conséquence la plus immédiate du système qui nous est opposé serait, en tant qu'il s'agit d'inondation, la prohibition de reboiser les sommets montagneux, et par suite l'impossibilité d'employer ce moyen comme préservatif contre le ravinement.

De la concurrence que les bois des plaines feront toujours aux bois des montagnes, au point de vue des intérêts privés (*). — L'antagonisme que nous signalons ici entre les planta-

---

(*) Les considérations que nous émettons dans ce paragraphe sont aujourd'hui adoptées en principe par le gouvernement dans le sens même de nos appréciations.

Dans la lettre où Sa Majesté a fait connaître au pays les résultats de son initiative sur l'importante question de la nature et de l'exécution de grands travaux publics, nous trouvons, en ce qui concerne les reboisements, la confirmation des idées principales que nous développons dans ce troisième chapitre, savoir :

1° Limitation du reboisement à 1 200 000 hectares;

2° Exécution de cette opération sur les sommets montagneux et les pentes abruptes qui s'y rattachent;

3° Nécessité de se départir de l'extrême rigueur des mesures employées jusqu'à ce jour pour s'opposer au déboisement des plaines.

Quant aux détails d'exécution, au choix des emplacements, nous n'en sommes pas en peine; le gouvernement ne cherche qu'à s'éclairer, et la lumière se fera.

Le problème est donc résolu, au point de vue de ses conditions essentielles, dans le sens même des idées qui nous ont paru les plus naturelles et les plus pratiques. Quelques esprits imbus de préjugés antérieurs et de parti pris pourront trouver dans cette solution trop de timidité d'un côté, trop de hardiesse de l'autre; quant à nous, nous ne pouvons qu'y reconnaître une grande justesse d'appréciation, une remarquable intuition des intérêts du pays et des procédés à employer pour leur donner satisfaction.

Certes, nous ne saurions prévoir aujourd'hui jusqu'à quel point on pourra aller vite dans cette voie, jusqu'à quel point on pourra promptement avoir raison de certaines résistances passives. Mais cette voie était, selon nous, la seule proposable, la seule possible. Recourir à d'autres moyens, c'eût été se mettre gratuitement en présence d'insurmontables difficultés. Nous avons l'intime conviction qu'en dehors des mesures adoptées, on n'aurait pu faire un seul pas.

tions dans la plaine ou sur les pentes de troisième et de quatrième ordre, et les plantations faites sur les sommets et sur les inclinaisons plus rapides des hautes montagnes, la nécessité où l'on se trouverait de ne s'occuper que des premières et de ne rien faire en faveur des secondes, ne sont heureusement que théoriques; cet état d'hostilité ne résulte, en effet, que des interprétations erronées, selon nous, que produisent nos adversaires concernant l'influence des forêts sur la chute de la pluie, et il disparaîtra dès qu'on aura reconnu que ces interprétations ne sont pas l'expression de la vérité. Quant à nous, est-il besoin de le dire, nous ne saurions y rien voir de sérieux. Mais il est un autre ordre de considérations se rattachant au même sujet et auquel il est bien plus important de prêter attention; nous pensons que tant qu'il existera des quantités considérables de bois dans les basses altitudes, il sera bien difficile à l'intérêt privé de se déterminer à planter sur les hautes montagnes; il ne suffit pas, en effet, pour être riche en agriculture, d'avoir beaucoup de produits, il faut encore et surtout pouvoir les écouler à des prix avantageux. Or il est peu de produits agricoles dont le prix de vente sur les marchés, comparé à leur prix sur place, soit plus affecté que les bois par les frais de transport, surtout lorsque pour ces transports on ne peut pas employer la voie économique des lignes navigables. Cela posé, tout le monde conviendra que dans les montagnes les débouchés locaux sont infiniment moindres que dans les vallées; que dans les montagnes les transports par eau n'existent pas, que ceux par terre y sont moins perfectionnés et plus difficiles, plus coûteux à parcours égal que dans les plaines; qu'enfin, presque toujours, la montagne est beaucoup plus éloignée que la plaine des grands centres de consommation. Dans de telles conditions, comment soutenir la concurrence? La chose nous paraît difficile, sinon impossible. Il y a donc d'excellentes raisons, selon nous, pour que les propriétaires des mon-

tagnes s'abstiennent de planter, et ces raisons seront d'autant plus décisives, d'autant plus persistantes que les déboisements de la plaine seront plus sévèrement et plus obstinément défendus. Ce n'est que du jour où la proportion des bois diminuera dans le fond des vallées qu'on peut espérer de voir les arbres paraître sur les sommets, du moins par la seule volonté des propriétaires actuels des terrains. En dehors de ces conditions, il nous paraît impossible que l'opération se réalise sans l'intervention de l'état, intervention qui, pour être appliquée au grand profit de la chose publique, soulève d'importantes questions d'économie sociale. Il y aura à examiner si, en effet, il ne convient pas de se montrer à l'avenir plus facile pour tout ce qui se rattache au déboisement des plaines, dans le but d'encourager celui des montagnes; mais, en même temps, il faudra rechercher jusqu'à quel point cette détermination influera, dans un prochain avenir, sur le prix des bois, et ce qui en pourra résulter pour la masse si considérable des consommateurs. Il faudra s'occuper de tout ce qui se rattache au développement des voies de transport dans les montagnes reboisées, étudier s'il y a convenance de créer sur place des débouchés locaux par l'établissement de certaines industries; il faudra enfin résoudre le difficile problème de la balance définitive de tous les comptes que ce déplacement d'intérêts si importants va mettre à jour. Telles sont, indépendamment des considérations techniques que la science forestière sera appelée à résoudre, et de celles du budget, les graves discussions dont l'économie politique aura à s'occuper. C'est chose très-facile que de dire, en deux mots, il faut reboiser les montagnes; mais que d'obstacles, que d'hésitations. que d'études à faire entre le point de départ et celui d'arrivée.

Objections déduites de ce que le colmatage des vallées n'est qu'un déplacement de richesses. — Les partisans des forêts, et en cela nous sommes loin de les blâmer, appuient cepen-

dant beaucoup sur l'utilité des bois pour retenir les terres; mais est-ce notre faute si, en voulant exagérer leur efficacité contre les inondations, ils présentent à ce sujet des théories qui conduisent logiquement à cette conclusion, que c'est dans les plaines et non sur les montagnes qu'il faut planter.

Or non-seulement on tient beaucoup à conserver la terre des montagnes, mais on nous a fait en quelque sorte un grief d'avoir tant insisté sur l'utilité que présentent les travaux que nous proposons dans l'intérêt du colmatage des vallées. Il semble qu'on éprouve quelque regret d'apprendre qu'il y a moyen de recueillir en certains lieux des richesses perdues pour d'autres, tant on voudrait les conserver là où elles sont.

« Que M. Vallès, a-t-on dit, nous permette de lui faire » observer, au sujet du colmatage, que cet effet des inonda- » tions n'est pas une création, mais seulement un déplace- » ment de richesses. Le limon que les eaux viennent déposer » dans les vallées a été enlevé aux plateaux et aux versants » des montagnes. »

Cela est vrai, quand le limon est en effet déposé dans les vallées; mais cela ne l'est plus quand il est entraîné vers la mer; dans ce dernier cas, ce n'est plus d'un déplacement qu'il s'agit, mais d'une perte évidente, complète, irrémédiable, et la société a tout intérêt à l'éviter. Or comme le système des digues longitudinales, si désastreux sous d'autres rapports, a pour effet trop certain d'empêcher le dépôt des limons sur la terre ferme, et de les faire descendre sans profit jusqu'à la mer; qu'il en est de même, quoique sur une moins grande échelle, dans les vallées privées de digues transversales; il s'ensuit qu'en général, aujourd'hui, nous n'avons pas même la compensation du déplacement, nous ne subissons que des pertes. Passer de ce dernier état au premier est donc une incontestable amélioration que l'établissement de digues transversales doit réa-

liser. D'ailleurs ce résultat, malgré tout ce qu'il a de précieux en lui-même, n'est pas le principal dans ce système, il fallait avant tout amortir les vitesses, telle est la fonction essentielle que ces sortes de digues ont à remplir. Or il arrive qu'elles font mieux encore : que par l'effet même de cet amortissement elles conservent dans les vallées les richesses descendues des montagnes, richesses qui auraient été perdues sans elles. Il n'y a pas là de quoi gémir ; on ne peut, au contraire, que s'en féliciter.

Donnons ici, à l'aide de quelques chiffres une idée de l'importance des pertes que l'absence de colmatage fait subir à quelques contrées de France.

« Le débit moyen de la Durance, dit M. de Villeneuve-
» Flayosc (*), évalué à 120 mètres cubes par seconde, fournit
» une masse de limons de 3 784 000 mètres cubes, celui du
» Var étant de 42 mètres cubes, fournit 2 649 000 mètres
» cubes de limons. Ainsi, la Durance peut colmater sur une
» épaisseur de $0^m.50$ chaque année 757 hectares et le
» Var 529. Ces deux cours d'eau seuls pourraient créer
» annuellement par leur colmatage une plus-value qui por-
» terait à 3 000 francs l'hectare, 1 286 hectares de graviers
» et de cailloux. Ce serait une création annuelle de terre
» végétale qui atteindrait la somme de 3 758 000 francs. »

Ces calculs supposent que la totalité des limons de ces deux rivières serait recueillie chaque année sur la terre ferme, ce qu'il est impossible d'admettre ; le bénéfice annuel n'atteindrait donc pas le chiffre élevé de près de quatre millions, il n'en serait qu'une fraction ; mais l'importance même de ce chiffre indique suffisamment celle du gain qu'on pourrait espérer de réaliser annuellement. Quant à la perte résultant de l'entraînement de tous ces limons vers la mer, elle est complète, et elle doit être en effet mesurée par le chiffre indiqué par M. de Villeneuve.

(*) Description minéralogique et géologique du Var (page 523).

« Que deviennent, poursuit l'auteur, ces limons ajoutés à
» tous ceux que fournit le Rhône, à l'aide des eaux torren-
» tielles, débouchant au-dessus d'Avignon? Ils sont en
» majeure partie emportés par le courant littoral (de l'est
» à l'ouest) qui circule au nord de la Méditerranée. »

On pourra répondre à cela que ce qu'il y aurait de mieux encore ce serait d'éviter tout déplacement et de conserver aux montagnes ce qu'elles possèdent. C'est là une aspiration généreuse que nous sommes tout disposé à partager. Mais alors, nous le répétons, ne nous présentez pas un système de reboisement qui ne peut être efficace contre les inondations, qu'à la condition de ne pouvoir être utilisé contre le ravinement. A cet égard, nous sommes infiniment mieux placé que nos adversaires; car nos considérations théoriques ont cet avantage que, sans nuire beaucoup au but principal que nous poursuivons, elles permettent d'introduire sur un grand nombre de sommets montagneux un certain développement de plantations qui procureront aux terres tous les avantages de la protection qu'on réclame pour elles. C'est ce qu'il nous sera facile de démontrer au lecteur.

Dans l'ordre d'idées que nous avons adopté, le reboisement des sommets lorsque le sol est imperméable et que la couche de terre végétale est faible présente peu d'inconvénients pour les inondations. — En suivant l'ordre d'idées que nous avons exposé, on reconnaîtra sans peine que ce que nous reprochons surtout aux forêts, c'est d'abord de présenter un sol battu sur lequel les eaux s'écoulent plus rapidement que dans les champs, c'est, en second lieu, lorsqu'elles s'élèvent sur un terrain perméable, de faire disparaître peu à peu la faculté d'absorption que possède naturellement ce terrain et d'augmenter ainsi la proportion des eaux qui restent à la surface. Or, le second inconvénient n'existe pas pour les forêts reposant sur un sol qui est par lui-même imperméable, comme ceux qui appartiennent aux formations granitiques

et liassiques. Dans cette circonstance, que le terrain soit boisé ou dénudé, le volume superficiel des eaux sera à peu près le même dans les deux cas; si en outre le sol sur lequel on veut planter joint à cette première condition d'être imperméable, celle de n'être pas cultivé, de ne posséder qu'une très-mince couche de terre reposant sur le rocher et à plus forte raison de laisser voir le rocher à nu, il est évident que dans ce cas la rapidité des écoulements ne recevra pas d'accroissement notable. On voit donc qu'autant il pourrait être dangereux au point de vue de l'amoncellement des liquides, de faire dans un terrain très-absorbant et pourvu d'une couche de terre profonde, la substitution d'une forêt aux cultures ordinaires, autant il pourra être indifférent de pratiquer un pareil changement sur des sols imperméables et ne possédant que de minimes quantités de terre végétale. Alors les modifications que peuvent subir les écoulements sont d'autant moins à craindre que d'après notre manière de concevoir les phénomènes, et contrairement à celle de nos adversaires, il pleut moins abondamment sur les terrains boisés que sur les terrains découverts.

Cela posé, si l'on jette les yeux sur la carte géologique de la France, on remarquera qu'à cet égard les parties supérieures des bassins de nos principaux cours d'eau sont très-diversement constituées. La situation générale de nos divers faîtes peut, ce nous semble, être très-exactement définie en disant que le massif central est exclusivement composé de formations primitives; que sur les Pyrénées existent en abondance les terrains primitifs et de transition et peu de terrains jurassiques, que sur les Alpes françaises, ces derniers sont au contraire plus abondants que les premiers, qu'enfin, sauf une exception d'une très-faible importance qui consiste en une apparition de terrains primitifs et plutoniques entre Chateau-Chinon, Saulieu et Avallon, les parties élevées du bassin de la Seine appartiennent exclusivement à la formation jurassique. Il résulte

de là que pour toutes les rivières qui prennent leur source sur le massif central et pour la généralité de celles des Pyrénées, le reboisement des sommets et des pentes rapides qui s'y rattachent, surtout dans les parties les moins pourvues de terre végétale, n'offriront aucun danger au point de vue des inondations, mais qu'il n'en saurait être de même pour plusieurs des cours d'eau qui descendent des Alpes, et que quant à ce qui concerne la Seine, il pourrait y avoir les plus graves inconvénients à planter certaines parties de son bassin supérieur.

Il y aurait,au contraire les plus grands dangers à reboiser les terrains perméables. — Faisons connaître à l'aide d'un exemple numérique toute l'étendue de ces dangers.

Supposons que sur les 1 200 000 hectares de bois qu'on pourrait raisonnablement se proposer de reconstituer dans notre pays, on en réserve 200 000 pour le bassin de la Seine et que l'on ait l'imprudence d'en placer la moitié sur les terrains de l'oolithe tellement perméables qu'ils absorbent la totalité de la pluie qui tombe sur eux. Dans notre opinion, ces bois feront en peu de temps disparaître complétement la perméabilité de ce terrain. Toutefois, pour ne pas être taxé d'exagération, admettons que la réduction n'est que de 3/4, et ne perdons pas de vue que l'oolithe, ainsi que tous les autres terrains perméables étant disposé suivant une couronne circulaire dont Paris est le centre, toutes les eaux surabondantes qui à l'avenir couleront sur ce terrain se concentreront à mesure que leur descente s'opérera de manière à parvenir presque simultanément à Paris.

Cela posé examinons ce qui serait arrivé sous l'influence des pluies d'octobre 1846 qui en deux jours ont versé une tranche de 0.1655 de hauteur dans le bassin supérieur de la Seine. Dans cette circonstance, la quantité d'eau reçue par les 100 000 hectares que nous considérons ici, aurait été égale à 165 500 000 mètres cubes qui, sans les arbres,

auraient naturellement disparu dans le sous-sol ; le reboisement réduisant au quart cette faculté d'absorption, il s'ensuit que, sous son influence, la quantité d'eau coulant à la surface sera augmentée de 124 millions. D'ailleurs, l'écoulement de ces eaux qui seront immédiatement transmises aux thalwegs, sans aucun intermédiaire d'infiltration, ne se fera pas à la manière de celui qui convient aux eaux tranquilles ; il rentrera dans la classe de ceux qui, d'après M. Belgrand, doivent être considérés comme torrentiels. Or, d'après les observations de cet ingénieur, une crue torrentielle partie des points les plus éloignés du Morvan, et par conséquent de la ligne même de faîte, met de trois à quatre jours pour parvenir à Paris (*). Les surfaces reboisées étant plus rapprochées de Paris que ne l'est le faîte, nous pouvons, sans crainte de nous tromper, admettre une durée de trois jours pour l'arrivée de la crue et compter par conséquent que le maximum de celle-ci sera augmenté par suite du liquide supplémentaire que le reboisement aura empêché de s'infiltrer d'environ 480 mètres cubes par seconde.

Mais la plus grande crue des temps modernes a été celle du 3 janvier 1802, et elle s'est élevée à 7m.32 au pont de la Tournelle. La vitesse moyenne des eaux à cette époque a dû être de 1m.94 et la section mouillée d'environ 730 mètres quarrés, ce qui correspond à un débit de 1480 mètres cubes. Augmentons ce débit des 480 mètres cubes ci-dessus et nous arriverons au chiffre total de 1896. Si maintenant on remarque, ainsi que nous l'avons expliqué, page 287 de nos études, que les débits sont proportionnels à la puissance 3/2 des hauteurs, on en conclura que puisqu'une hauteur de 7m.30 dans la rivière correspond à un écoulement de 1416 mètres cubes, la hauteur qui correspondra à celui de 1896 devra être 8m.87, plus considérable que la

(*) *Annales des ponts et chaussées* 1857, 1er semestre, page 265.

précédente de $1^m.47$ et donnant lieu à une crue tout à fait comparable à celles des anciens temps.

Ainsi, une diminution de 100 000 hectares de bois dans les terrains les plus perméables du bassin de la Seine, opérée depuis deux cent cinquante ans, suffit pour expliquer comment les hauteurs des crues qui s'élevaient anciennement à $8^m.80$ et jusqu'à $9^m.14$, hauteurs si extraordinaires que quelques ingénieurs se refusent à admettre qu'elles aient atteint des niveaux aussi élevés, cette diminution, disons-nous, explique comment ces hauteurs ont pu descendre aux chiffres très-réduits que nous observons de nos jours. Ce résultat fait en même temps comprendre à quel point la situation actuelle s'aggraverait si faute d'avoir suffisamment approfondi ces matières, on ne s'appliquait pas dans l'opération du reboisement à s'abstenir de faire des plantations sur les terrains reconnus comme très-perméables.

RÉSUMÉ.

Récapitulons maintenant en quelques mots les principales conclusions qui nous paraissent pouvoir être déduites de cet écrit.

En ce qui concerne les réservoirs, les craintes qu'on a exprimées sur leur insalubrité sont exagérées. Si quelques amas d'eau sont malsains, beaucoup ne le sont pas. C'est sur les fonds plats qui s'étendent généralement jusqu'aux bords de la mer, et dans les climats chauds que se rencontrent les causes les plus puissantes d'insalubrité ; mais sur les terrains élevés dont l'inclinaison n'est pas très-réduite, dans les pays ou les chaleurs de l'été ne sont ni très-intenses ni surtout très-prolongées, plusieurs marais eux-mêmes échappent au reproche d'insalubrité. Les réservoirs d'alimentation des canaux navigables ne sont pas signalés comme malsains, à plus forte raison en sera-t-il ainsi des réservoirs à établir contre les inondations, qui seront placés

à des altitudes encore plus élevées que celles des canaux. Il y a d'ailleurs des mesures à prendre, soit à l'aide des plantations, soit à l'aide des travaux de terrassement qui sont très-propres à atténuer et à supprimer même tous les dangers. Dans tous les cas, on choisira de préférence pour l'emplacement des réservoirs, les terrains sableux et on évitera ceux où l'on aurait à craindre des dépôts vaseux.

Enfin, l'insalubrité de quelques étangs doit encore plus être attribuée au mode d'exploitation alterne auquel on les soumet pour en tirer profit, tantôt par la pêche, tantôt par les cultures ordinaires, aux œuvres de l'homme, en un mot qu'à celles de la nature.

En ce qui concerne l'influence des forêts sur la chute de la pluie et les écoulements de surface qui lui sont consécutifs, nous nous sommes disculpé du reproche qui nous a été adressé d'avoir prononcé sur ces questions sans études, sans réflexion, sans examen, capricieusement, pour ainsi dire, et comme pour nous donner le plaisir d'apporter une négation, là où tout le monde jusqu'à ce jour a mis une affirmation. Nous avons fait voir que sur ce point les meilleurs esprits ont été partagés, et que par conséquent nous n'avons pas tant innové qu'on voulait le faire croire. Nous avons ensuite apporté de nouveaux arguments à l'appui des deux principes mis en avant dans nos études, savoir :

1° Qu'il pleut moins sur les forêts que sur les terrains découverts; 2° que les écoulements superficiels ont plus d'importance, soit par leur volume, soit par leur rapidité, sur les sols boisés que sur les sols cultivés.

Nous avons fait voir que le régime des lacs d'Amérique et d'Europe est en parfaite conformité avec ces propositions; qu'il en est de même des mesures de la pluie; nous avons combattu les critiques fondées soit sur certaines actions de drainage qu'on attribue aux racines des arbres, soit sur la propriété qu'ont les forêts de retarder la fonte des neiges, soit enfin sur quelques passages mal interprétés

de notre ouvrage qui ont trait au mode ancien d'écoulement de nos principaux fleuves, lorsque l'endiguement longitudinal n'existait pas; nous avons enfin demandé qu'on s'expliquât catégoriquement sur les étendues de terrain qu'on se propose de reboiser, et sur leur position topographique et géographique.

En ce qui concerne le reboisement considéré dans la double mission qu'on voudrait lui donner d'agir à la fois et contre les inondations et contre les ravinements, nous croyons avoir démontré que dans le système de nos adversaires il est rationnellement impossible de faire accorder ces deux choses ensemble, parce que si, d'une part, il faut planter sur les montagnes pour y retenir les terres, de l'autre on doit les laisser à découvert si l'on veut diminuer les inondations; la réalisation de ce dernier but exige que l'opération ne soit faite que dans les vallées entre la mer et le pied des montagnes.

Nous avons ensuite insisté sur les considérations matérielles qui, en dehors des vues théoriques, se rattachent à la concurrence très-sérieuse que les bois des plaines feront toujours à ceux des montagnes; nous en avons déduit que l'intérêt privé ne pourra se déterminer à reboiser les sommets sur une assez grande échelle qu'à la condition que le sol forestier diminuera dans les basses altitudes; que, par conséquent, l'intervention de l'état nous paraît inévitable, mais qu'elle ne devra s'exercer qu'après une étude sérieuse des nombreuses questions d'intérêt public et privé que soulève la mise en œuvre de cette opération. Nous avons examiné l'objection déduite de ce que le colmatage des vallées n'est qu'un déplacement de richesses.

Enfin, nous avons expliqué que si, d'après nos idées, la présence des forêts a en général pour effet d'augmenter les dangers des inondations, l'augmentation du mal qu'elles peuvent produire est toutefois comprise entre des limites assez étendues suivant la nature géologique et la faculté

absorbante du sol sur lequel elles s'élèvent; nous avons fait voir qu'elles sont peu offensives dans les terrains imperméables; qu'elles le sont, au contraire, beaucoup dans les terrains très-absorbants; qu'ainsi, à la condition de s'abstenir sur ces derniers, qui heureusement constituent l'exception, on peut, d'après nous, reboiser sans inconvénient la majeure partie des sommets de nos hautes montagnes, et satisfaire ainsi au vœu généralement exprimé de mettre un terme à leur trop rapide dénudation.

Laon, 21 février 1859.

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Ce, rue Racine, 26.

On trouve chez les mêmes libraires :

VALLÈS, *ingén. en chef des ponts et chaussées.* Etudes sur les **Inondations**, leurs causes et leurs effets, les moyens à mettre en œuvre pour combattre leurs inconvénients et profiter de leurs avantages. Ouvrage couronné par l'Académie impériale des Sciences, Belles Lettres et Arts de Bordeaux. 1 fort vol. in-8 avec planche. 7 fr. 50 c.

— Etudes sur les chaussées empierrées. **Manuel d'entretien de ces chaussées**, à l'usage des Ingénieurs, Conducteurs, Agents-voyers, Architectes, etc. 1 vol. in-8. 3 fr. 50 c.

— Etudes philosophiques sur la **Science du Calcul**, première partie in-8. 5 fr.

CLÈRE, *ingén. en chef des mines.* Essai pratique sur l'art du briquetier au charbon de terre, d'après les procédés en usage dans le Nord et dans la Belgique. In-8 avec planches. 4 fr. 50 c.

COTELLE, *ancien avocat au conseil d'État et à la cour de cassation, professeur de droit administratif à l'École impériale des ponts et chaussées, etc.* **Cours de droit administratif** appliqué aux travaux publics, contenant : l'organisation administrative de la France, l'organisation du service des ponts et chaussées, les règles de la comptabilité, les principes de légalité ou de critique des actes de l'administration, l'organisation de la justice administrative, les principes de la propriété, les indemnités pour torts et dommages, les dessèchements des marais, l'expropriation pour cause d'utilité publique, les principes des contrats, le cahier des clauses et conditions générales pour les entrepreneurs de travaux publics, la législation de la grande voirie, les chemins de fer, les chemins vicinaux, la navigation fluviale et les canaux de navigation, les canaux d'irrigation et de drainage, les usines à eau, les ateliers insalubres et incommodes, le conflit d'attributions. 3e *édition,* totalement refondue et présentant dans leur dernier état la législation et les règlements, la jurisprudence du conseil d'État et des cours, et la doctrine des auteurs.
4 beaux vol. in-8 (*en publication*). 25 f.
Le tome 4 et dernier paraîtra prochainement.

CORIOLIS (G.), *de l'Institut, ingénieur en chef des ponts et chaussées.* **Théorie mathématique des effets du jeu de billard.** 1 vol. grand in-8 avec planches. 6 fr. 50 c.

— **Traité de la mécanique des corps solides et du calcul de l'effet des machines**, ou Considérations sur l'emploi des moteurs et sur leur évaluation, pour servir d'introduction à l'étude spéciale des machines. 2e édit., 1 vol. in-4, avec planches. 15 fr.

DARCY (Henri), *inspecteur général des ponts et chaussées.* **Les fontaines publiques de la ville de Dijon**; exposition et application des principes à suivre et des formules à employer dans les questions de distribution d'eau, ouvrage terminé par un appendice relatif aux fournitures d'eau de plusieurs villes, au filtrage des eaux et à la fabrication des tuyaux de fonte, de plomb, de tôle et de bitume. Un fort vol. in-4 de texte accompagné d'un bel atlas de 28 planches in-folio. 38 fr.

DUPUIT (J.), *insp. gén. des ponts et chaussées, anc. direct. du service municipal de Paris.* Traité théorique de la **conduite** et de la **distribution des eaux**, suivi d'un extrait : 1° de l'ouvrage de Genieys, *anc. ingén. en chef du service municipal*, sur l'art de conduire, d'élever et de distribuer les eaux ; 2° de la Description des fontaines de Toulouse, par d'Aubuisson, *ingén. en chef des mines.* 1 fort vol. in-4, avec un bel atlas de 48 pl. in-folio, demi-jésus. 45 fr.

ÉMY, *colonel du génie, professeur, etc.* Description d'un **nouveau système d'arcs** pour les grandes charpentes, exécuté sur un bâtiment de 20 mètres de largeur, à Marac, près Bayonne, et sur le manége de la caserne de Libourne. In-folio, avec 7 gr. pl. 14 fr.

GENIEYS et **B.-E. COUSINERY**, *ingén. en chef des ponts et chaussées.* **Recueil de tables** pour faciliter et abréger les divers calculs relatifs aux différents genres de constructions civiles, hydrauliques et industrielles, à l'usage de MM. les ingén., architectes et constructeurs. 2 vol. in-8, gr. papier.
Le t. Ier (2e édition) est *sous presse.*
Le tome II (*les tables de ce volume sont indépendantes de celles du tome Ier*). 12 f.

HASSENFRATZ, *inspect. div. des mines.* Traité théorique et pratique de l'art de calciner la pierre calcaire et de fabriquer toutes sortes de mortiers, ciments, bétons, etc., soit à bras d'hommes, soit à l'aide de machines. 1 vol. in-4, orné de 11 planches gravées en taille-douce. 12 fr.

NADAULT DE BUFFON, *ingén. en chef, profes. à l'École des ponts et chaussées, membre de la Société d'agriculture, ancien chef de division au ministère des travaux publics.* **Cours d'agriculture et d'hydraulique agricole**, comprenant les principes généraux de l'économie rurale et les divers travaux d'amélioration du régime des eaux dans l'intérêt de l'agriculture, tels que curages, élargissements, redressements, endiguements, dessèchements des marais et terrains inondés, assainissement des terrains humides ou détériorés par suite de filtrations, drainages, irrigations, limonages, etc. 4 beaux vol. in-8 avec un gr. nombre de fig. dans le texte et 18 belles pl. (*ouvrage terminé*). 39 fr.

Cet ouvrage est la rédaction revue, refondue et beaucoup augmentée du cours professé depuis plusieurs années par l'auteur à l'École des ponts et chaussées.

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Ce, rue Racine, 26.